Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XL. Jahrgang. 1927. Drittes Heft.

Die Möglichkeit der Weltraumfahrt.

Von H. Lorenz in Danzig.

Nachdem der uralte Traum der Luftfahrt durch die Flugtechnik im Verfolg der Entwicklung starker Leichtmotoren in kurzer Zeit in Erfüllung gegangen ist, richten sich die Blicke vieler, darunter auch einzelner Ingenieure, auf das weitere Ziel der Befahrung des Weltraumes zum Zwecke des Besuches anderer Himmelskörper. Der Gedanke tauchte wohl zuerst in einer Erzählung Jules Vernes auf, der den Flug eines aus einem Rohr abgeschossenen, mit Menschen besetzten Hohlkörpers nach dem Monde schilderte, wogegen der bekannte Physiker und Philosoph Kurd Lasswitz in seinem Roman „Auf zwei Planeten" die Fahrten von Raumschiffen beschrieb, die durch Raketenwirkung getrieben und gesteuert werden. Die letztere Bewegungsart liegt auch einigen neueren Schriften von Goddard[1]), Oberth[2]) und Hohmann[3]) zugrunde, die schon durchaus wissenschaftlich gehalten sind und teilweise bestimmte Bauvorschläge enthalten. Daran schließen sich naturgemäß gemeinverständliche Darstellungen, z. B. eine solche von Valier[4]), sowie Bestrebungen weiterer Kreise, die sich zur Verwirklichung schon in einer „Gesellschaft für Weltraumforschung" zusammengefunden haben.

Angesichts dieser Sachlage dürfte eine nüchterne Prüfung der Ausführbarkeit der Weltraumfahrt an Hand der Mechanik am Platze sein. Es handelt sich dabei um die Erhebung eines Körpers bis zu beliebigen Abständen von der Erdoberfläche, bzw. aus dem Bereiche der Erdschwere überhaupt, ferner um die Bewegung im Raume und schließlich um die Rückkehr zur Erde, wobei der Widerstand beim Durchfahren der Lufthülle ein merkliches Hindernis in mechanischer und thermischer Hinsicht bildet. Wir wollen indessen hiervon vorläufig absehen und zunächst prüfen, ob die gewünschte und notwendige Erhebung im luftleeren Raume mit den zur Verfügung stehenden irdischen Energiequellen möglich ist.

Da die Erde selbst im Raume fortschreitet und sich um eine Achse dreht, so hat der Ausgangspunkt schon eine bestimmte Geschwindigkeit mit einem in die Bewegungsrichtung des Raumfahrzeugs fallenden Anteil v_0. Wir betrachten daher einmal zwei Massen m_1 und m_2 mit der gemeinsamen Anfangsgeschwindigkeit v_0, welche durch eine zwischen ihnen wirkende Kraft die absoluten Endgeschwindigkeiten v_1 und v_2 annehmen. Alsdann gilt für gleiche Richtung aller v

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 - (m_1 + m_2) v_0 = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

während die hierzu nötige Arbeit sich zu

$$L = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} - \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot v_0^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

[1]) Rob. H. Goddard: „A method of reaching extreme altitudes." Smithsonian Institut Washington 1919.

[2]) H. Oberth: „Die Rakete zu den Planetenräumen." 2. Aufl. München und Berlin 1925. R. Oldenbourg.

[3]) W. Hohmann: „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper." Ebenda 1925.

[4]) M. Valier: „Der Vorstoß in den Weltenraum." 5. bis 7. Tausend. Ebenda 1925.

berechnet. Fügen wir hierzu die mit v_0 erweiterte Gleichung (1), so wird

$$L = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} - v_0 (m_1 \cdot v_1 + m_2 v_2) + \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot v_0^2$$

oder

$$L = \frac{m_1}{2}(v_1 - v_0)^2 + \frac{m_2}{2}(v_2 - v_0)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2\,a)$$

so daß also die Arbeiten für die Änderung der Absolut- und der Relativbewegung miteinander übereinstimmen. Schreiben wir an Stelle von (1)

$$m_1 (v_1 - v_0) + m_2 (v_2 - v_0) = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1\,a)$$

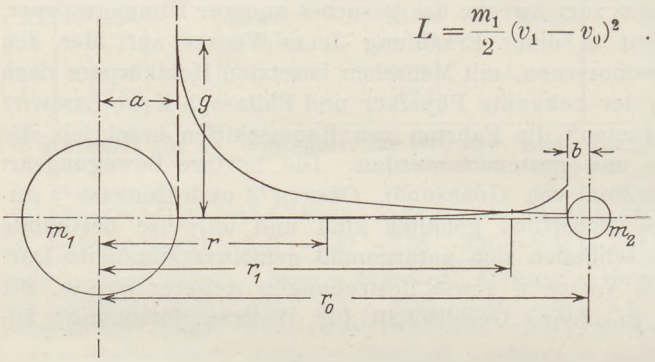
so folgt aus (2a) durch Ausschalten von $(v_2 - v_0)$

$$L = \frac{m_1}{2}\left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right)(v_1 - v_0)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2\,b)$$

Aus (1a) ergibt sich ferner, daß für $m_2 = \infty$ $v_2 = v_0$ ist, womit die Arbeit sich in

$$L = \frac{m_1}{2}(v_1 - v_0)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2\,c)$$

vereinfacht. Dieses trifft z. B. für den Fall des Abschusses von der Oberfläche des Erdballes aus zu, dessen Masse gegen die des Geschosses stets praktisch unendlich groß ist und daher keine Arbeit aufnimmt.



Befindet sich ein Körper zwischen zwei Himmelskörpern von den Massen m_1 und m_2 mit dem Abstande r vom ersteren und $r_0 - r$ vom zweiten (siehe Figur), so unterliegt er einer Beschleunigung nach m_2 im Betrage

$$q = k\frac{m_1}{r^2} - k\frac{m_2}{(r_0 - r)^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

worin k die Gaußsche Gravitationszahl ist. Mit der Oberflächenbeschleunigung g auf m_1 vom Halbmesser a ergibt sich dann k aus

$$k \cdot m_1 = g \cdot a^2, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

so daß wir auch an Stelle von (3) haben

$$q = g \cdot a^2 \left[\frac{1}{r^2} - \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{1}{(r_0 - r)^2}\right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3\,a)$$

Dieser Wert verschwindet für den neutralen Punkt r_1, gegeben durch

$$\frac{r_0 - r_1}{r_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}; \quad \frac{1}{r_1} = \frac{1}{r_0}\left(1 + \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3\,b)$$

Die Arbeit zur Hebung einer Masse m von der Oberfläche des Körpers m_1 bis zum Abstande r ergibt sich alsdann aus (3a) zu

$$L = m \int_a^r q\,dr = mga^2 \int_a^r \left[\frac{1}{r^2} - \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{1}{(r_0 - r)^2}\right] dr$$

$$L = mga^2 \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{r} + \frac{m_2}{m_1}\left(\frac{1}{r_0 - a} - \frac{1}{r_0 - r}\right)\right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Setzen wir hierin $r = r_1$, so wird hieraus mit (3b) für die Hubarbeit bis zum neutralen Punkt

$$L_1 = m g a \left[1 - \frac{a}{r_0}\left(1 + \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}\right) + \frac{m_2}{m_1}\left(\frac{a}{r_0 - a} - \frac{a}{r_0} - \frac{a}{r_0}\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\right)\right]$$

oder wegen $a \ll r_0$ hinreichend genau

$$L_1 = m g a \left[1 - \frac{a}{r_0}\left(1 + 2\sqrt{\frac{m_2}{m_1}} - \frac{a}{r_0}\cdot\frac{m_2}{m_1}\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5\,a)$$

Mit $r_0 - r = b$ erhalten wir die Hubarbeit bis zur Oberfläche des Körpers m_2 vom Halbmesser b

$$L_2 = m g a \left[1 - \frac{a}{r_0 - b} + \frac{m_2}{m_1}\left(\frac{a}{r_0 - a} - \frac{a}{b}\right)\right]$$

oder wegen $b \ll r_0$

$$L_2 = m g a \left[1 - \frac{a}{r_0}\left(1 - \frac{m_2}{m_1}\right) - \frac{m_2}{m_1}\cdot\frac{a}{b} - \frac{a^2}{r_0^2}\left(\frac{b}{a} - \frac{m_2}{m_1}\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad (5\,b)$$

und schließlich mit $r = \infty$, $m_2 = 0$ aus (5) die Gesamtarbeit zur Entfernung der Masse m aus dem Schwerebereich von m_1

$$L_0 = m g a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5\,c)$$

Nun ist für Erde und Mond

$$r_0 : a = 63\,;\ b : a = 0{,}27\,;\ m_1 : m_2 = 80\,;\ \sqrt{m_1} : \sqrt{m_2} \approx 9\,;$$

also wird unter Vernachlässigung von $a^2 : r_0^2$ sowie $\frac{a}{r_0}\cdot\frac{m_2}{m_1}$

$$L_1 = L_0\left(1 - \frac{1}{51{,}5}\right);\ L_2 = L_0\left(1 - \frac{1}{16{,}1}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Man erkennt hieraus, daß durch die Mondanziehung an der Hubarbeit bis zum neutralen Punkt im Abstande $r_1 = \frac{9}{10} r_0$ rund 2 % und bis zur Mondoberfläche wenig über 6 % der Gesamtarbeit zur Entfernung aus dem Erdschwerebereich gespart werden. Diese Beträge sind aber so unerheblich, daß sie bei der Berechnung des Arbeitsaufwands ganz außer Betracht bleiben können, insbesondere, wenn es sich um die Erreichung anderer Weltkörper handelt, die sich praktisch außerhalb des Schwerefeldes der Erde befinden. In allen solchen Fällen muß also die durch (5 c) gegebene Hubarbeit $L_0 = m g a$ geleistet werden, der eine Änderung der kinetischen Energie derart entspricht, daß

$$2 \cdot g \cdot a = w_0^2 - w^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

wird. Soll im Unendlichen $w = o$ sein, so stellt

$$w_0 = \sqrt{2 g a} = 11\,180\ m\,sec^{-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7a)$$

diejenige Geschwindigkeit dar, mit der ein Körper die luftfreie Erdoberfläche verlassen muß, um dem Bereich der Erdschwere zu entrinnen.

Soll diese Geschwindigkeit durch Abschuß aus einem Rohre erreicht werden, so kann dies nur durch ein Treibmittel geschehen, dessen in mechanische Arbeit umwandelbare Energie, bezogen auf die Gewichtseinheit, wir mit h bezeichnen wollen. Es ist dies nichts anderes als die Hubhöhe in Metern, auf die sich die Gewichtseinheit des Treibmittels durch ihre eigene Energie erheben kann. Da der Abschuß in einem Rohre erfolgt, so hat beim Verlassen der Geschoßmasse m_0 mit der Geschwindigkeit w_0 die Gesamtmasse m des Treibmittels, welche dem Geschoß folgt, die mittlere Geschwindigkeit $\frac{w_0}{2}$ entsprechend der mittleren kinetischen Energie $\frac{m w_0^2}{6}$, so daß also die Arbeitsgleichung besteht:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m w_0^2}{6} + \frac{m_0 w_0^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

oder wegen (7a)

$$\frac{m_0}{m} = \frac{h}{a} - \frac{1}{3} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8a)$$

Da das Massenverhältnis naturgemäß positiv sein und bleiben muß, so besteht die Bedingung

$$h > \frac{a}{3} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8b)$$

d. h. die freie Hubhöhe des Treibmittels muß größer sein als ein Drittel des Erdhalbmessers. Die folgende kleine Zahlentafel enthält nun die entsprechenden Werte für die stärksten beiden Treibmittel, nämlich Nitroglyzerin und Schießwolle, denen noch zwei ideelle, nämlich Wasserstoff mit Sauerstoff und Kohle mit Sauerstoff hinzugefügt sind. Darin bedeutet Q die gesamte Wärmetönung und h_0 den Arbeitswert, von dem aber nur $h = \frac{2}{3} h_0$ als freie Hubhöhe nach den Erfahrungen der Ballistik in Frage kommt, während mindestens $\frac{1}{3} h_0$ auf die von den Abgasen mitgeführte Wärme zu rechnen ist. Da nun $\frac{a}{3} = 2162$ km ist, so steht uns zur Zeit kein ausreichendes Treibmittel für den Abschuß mit der notwendigen Anfangsgeschwindigkeit zur Verfügung, womit dieses Verfahren überhaupt ausscheidet. Es hat darum auch keinen Zweck, etwa die Beschleunigungsverhältnisse mit Rücksicht auf die Rohrlänge oder den Einfluß der Luft zu untersuchen, die schon dem Austritt aus dem Rohr mit planetarischer Geschwindigkeit ein gewaltiges Hindernis durch scheinbare Vergrößerung der Masse m_0 entgegenstellt, an der Bedingung (8a) aber nichts ändert.

Zahlentafel I.

Treibstoff	Q Cal./kg	h_0 km	h km	w m/Sek.
$H_2 + O$	3550	1516	1010	4430
$C + O_2$	2930	1251	835	4040
Nitroglyzerin	1580	675	450	2950
Schießwolle	1100	470	315	2450

Wir gehen darum sogleich zur Raketenwirkung, d. h. zum Antrieb durch den Rückstoß der Abgase des Treibmittels über, deren relative Auspuffgeschwindigkeit wir mit w bezeichnen, während v die veränderliche Geschwindigkeit der durch den Gasaustritt ebenfalls veränderlichen Masse m gegen die Erde bedeutet. Ist dann wieder h die wirksame Hubhöhe des Treibmittels, so ist zunächst

$$w^2 = 2g \cdot h \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (9)$$

(Die dieser Formel entsprechenden Werte sind für die einzelnen Treibmittel ebenfalls in die Zahlentafel eingetragen.)

Außerdem aber dient der Rückdruck der mit der Geschwindigkeit w in der Zeiteinheit austretenden Gasmasse: $w \cdot dm : dt$ zur Beschleunigung der Gesamtmasse m und zur Überwindung der Erdbeschleunigung, so daß wir für eine radiale Bewegungsrichtung haben:

$$w \cdot \frac{dm}{dt} = -m \left(\frac{dv}{dt} + g \frac{a^2}{r^2} \right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

Erweitern wir diese Gleichung mit $dr = v \cdot dt$, so folgt:

$$w \cdot v \frac{dm}{m} = -v \cdot dv + g a^2 d \left(\frac{1}{r} \right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10a)$$

Dafür dürfen wir aber auch unter Hinzufügen und Abziehen von $\frac{w^2 \cdot dm}{2} = g \cdot h \cdot dm$ schreiben:

$$-g \cdot h \cdot dm = m \cdot v \cdot dv - \frac{dm}{2}[(v-w)^2 - v^2] - mga^2 d\left(\frac{1}{r}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (10\,b)$$

Es ist dies nichts als die Energiegleichung, nach welcher die links stehende mechanische Energieentwicklung des Gaselements dm zur Änderung der kinetischen Energie von dm selbst, sowie von m und zur Leistung der Hubarbeit im letzten Gliede rechts dient. Da die Formeln (10a) und (10b) aber drei Variable m, v und r enthalten, so ist — wenigstens die linke Seite von (10a) nicht ohne weiteres integrabel. Da wir aber wissen, daß die Gesamtmasse m durch den Auspuff unter Zunahme der Geschwindigkeit v stetig abnimmt, so wollen wir mit einer noch unbestimmten Geschwindigkeit v_0 und der anfänglichen Gesamtmasse m_0 setzen:

$$\frac{m}{m_0} = e^{-\frac{v}{v_0}}, \quad \frac{dm}{m} = -\frac{dv}{v_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

womit (10a) übergeht in:

$$\left(1 - \frac{w}{v_0}\right) v \cdot dv = g \cdot a^2 d\left(\frac{1}{r}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

und integriert mit den Anfangsbedingungen $v = 0$ an der Erdoberfläche für $r = a$

$$v^2 = \frac{2g \cdot a^2 v_0}{w - v_0}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12\,a)$$

ergibt. Für $r = \infty$ erhalten wir daraus die Endgeschwindigkeit v_1:

$$v_1^2 = \frac{2g \cdot a \cdot v_0}{w - v_0} \text{ oder } v_0 = \frac{w \cdot v_1^2}{v_1^2 + 2ga} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12\,b)$$

Damit aber wird aus (11):

$$\frac{m_0}{m} = e^{\frac{v}{w}\left(1 + \frac{2ga}{v_1^2}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

und für $r = \infty$, also $v = v_1$:

$$\frac{m_0}{m_1} = e^{\frac{1}{w}\left(v_1 + \frac{2ga}{v_1}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13\,a)$$

Dieser Ausdruck besitzt einen Kleinstwert für

$$v_1^2 = 2ga \text{ oder nach (12b) } v_0 = \frac{w}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13\,b)$$

im Betrage von

$$\frac{m_0}{m_1} = e^{\frac{2v_1}{w}} = e^{\frac{2\sqrt{2ga}}{w}} = e^{2\sqrt{\frac{a}{h}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13\,c)$$

während nach (12b) und (13) allgemein gilt:

$$\frac{m_0}{m} = e^{\frac{2v}{w}}, \quad v^2 = 2ga^2\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Daraus folgt schließlich die Bahnbeschleunigung $\frac{dv}{dt} = v \cdot \frac{dv}{dr} = g\frac{a^2}{r^2}$ und die durch den Rückdruck der Auspuffgase erzeugte Gesamtbeschleunigung

$$q = \frac{dv}{dt} + g\frac{a^2}{r^2} = 2g\frac{a^2}{r^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

die mithin an der Erdoberfläche, d. h. bei Beginn der Bewegung, mit der doppelten Erdbeschleunigung g übereinstimmt, welche bei kurzer Wirkungsdauer auch für Fahrgäste im Liegen als erträglich anzusehen ist. Für die in der früheren Zahlentafel I enthaltenen Treibstoffe erhalten wir alsdann nach Gleichung (13a) die nachstehenden Werte:

Zahlentafel II.

Treibmittel	a : h	$2\sqrt{a:h}$	$m_0 : m_1$
$H_2 + O$	6,37	5,05	156
$C + O_2$	7,63	5,53	252
Nitroglyzerin	14,28	7,56	1920
Schießwolle	20,82	9,10	8900

Daraus geht hervor, daß auch im günstigsten Falle und ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes nur ein verschwindender Bruchteil der ursprünglichen Raketenmasse dem Schwerefelde der Erde entrinnen kann, woran die Verwirklichung des Raketenfluges vorläufig scheitern dürfte.

Zum Schluß mag noch die Zeit vom Abfluge von der Erdoberfläche bis zu einem bestimmten Abstande r berechnet werden, und zwar mit Hilfe der Gleichung (14), in Verbindung mit $dr = v \cdot dt$. Daraus folgt:

$$dt \cdot \sqrt{2\,g\,a} = dr \sqrt{\frac{r}{r-a}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15\,a)$$

oder integriert mit $t = o$ für $r = a$:

$$t = \sqrt{\frac{a}{2g}} \left[\frac{r}{a} \sqrt{1 - \frac{a}{r}} - ln \left(\sqrt{\frac{r}{a}} - \sqrt{\frac{r}{a} - 1} \right) \right], \quad . \quad . \quad . \quad (15\,b)$$

worin

$$\sqrt{\frac{a}{2g}} = 570 \text{ Sek. ist.}$$

Damit erhält man für die Abstandsverhältnisse $\frac{r}{a}$: 1, 2, 3, 4, 10, 25, 50, 63 (Mondabstand) die Flugzeiten:

t: 0, 21′55″, 34′10″, 45′25″, 1 h 47′20″, 4 h 15′, 8 h 15′, 10 h 21′.

Messung der Winkel eines Glasprismas mit nahezu gleichseitigem Hauptschnitt.

Von Dr. P. Werner in Iglau.

Im folgenden soll eine Methode entwickelt werden, die es gestattet, mit einfacher Apparatur, ohne Spektrometer oder Goniometer, bloß mit Hilfe eines einfachen Prismenbinokels mit Stricheinteilung die Winkel eines optischen Prismas mit nahezu gleichseitigem Hauptschnitt auf ungefähr 15″ genau zu bestimmen. Diese Methode wird sicherlich gute Dienste leisten, wenn man die Messung des Brechungsexponenten mit einfachen Mitteln durchführen will, wie sie etwa in dieser Zeitschr., Jg. XXXIII, 1920, S. 16 beschrieben ist.

Blicken wir durch ein Prisma, dessen Flächenwinkel nicht ganz genau gleich sind, auf ein entferntes Objekt, etwa ein Licht, einen Blitzableiter oder eine Kirchturmspitze, so daß wir dasselbe Objekt in der dritten Fläche des Prismas streifend gespiegelt sehen, so erblicken wir in der Regel das Objekt doppelt. Die Erklärung dieser Erscheinung ist an der Hand der Fig. 1 leicht. Die vom fernen Objekt O herkommenden, annähernd parallelen Strahlen werden teils an der Fläche BC gespiegelt, teils an der Fläche AC gebrochen, an BC im Innern total reflektiert und treten aus der Fläche AB aus. Die ins Auge gelangenden Strahlen sind fast parallel; sie müßten es genau sein, wenn O unendlich weit entfernt und $\sphericalangle B = \sphericalangle C$ wäre. Mit freiem Auge

sehen wir das Objekt nur dann doppelt, wenn die Strahlen gegen das Auge konvergieren, bei Verwendung eines Fernrohrs auch, wenn sie divergieren. Halten wir das Prisma so, daß seine Seitenkanten vertikal sind, dann bemerken wir außer der Seitenverschiebung der Bilder auch einen Höhenunterschied. Drehen wir das Prisma vor dem Fernrohr um eine Vertikale um 60^0, so daß die einzelnen Prismenflächen ihre Lage vertauschen, so bleibt die Höhenverschiebung der beiden Bilder konstant, während sich die Seitenverschiebung ändert. Stellen wir das Prisma auf die andere Grundfläche, dann kehrt sich die Höhenverschiebung um. Sie ist also auf einen Pyramidenfehler zurückzuführen, während die Seitenverschiebung durch den Unterschied benachbarter Prismenwinkel bestimmt ist. Wir können schon mit freiem Auge die Gleichseitigkeit, den Pyramidenfehler, die Ebenheit der Flächen und die Reinheit des Glases schätzen. Je besser den letzteren beiden Forderungen entsprochen ist, desto reiner wird das durch Totalreflexion erzeugte Bild sein.

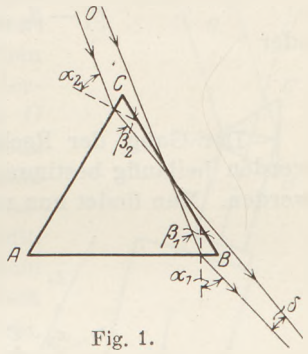


Fig. 1.

Für die Messung der Prismenwinkel sind diese Bilder aber weniger geeignet, wie im folgenden näher ausgeführt werden soll. Nach Fig. 1 ist der Konvergenzwinkel der ins Auge gelangenden Strahlen $\delta = \alpha_1 - \alpha_2 - (\beta_1 - \beta_2)$, dabei ist $\sin \alpha_1 = n \cdot \sin \beta_1$, $\sin \alpha_2 = n \cdot \sin \beta_2$. $\beta_1 - \beta_2 = B - C$; n ist der durch provisorische Messung bestimmte Brechungsexponent. Ungünstige Umstände sind, daß der zu messende Winkel δ kleiner ist als der daraus zu berechnende $B - C$, und daß man letzteren Winkel nicht auf elementarem Wege aus δ berechnen kann. Man kann zur Berechnung etwa folgenden Weg einschlagen. Man geht von der Reihenentwicklung aus

$$\beta_1 = \sin \beta_1 + \frac{1}{2} \frac{\sin^3 \beta_1}{3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \frac{\sin^5 \beta_1}{5} + \dots$$

$$\beta_1 = n' \sin \alpha_1 + \frac{1}{2} \frac{n'^3 \sin^3 \alpha_1}{3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \frac{n'^5 \sin^5 \alpha_1}{5},$$

dabei ist $1/n = n'$ gesetzt. Man setzt nun für $\sin \alpha_1$ die Reihe

$$\alpha_1 - \frac{\alpha_1^3}{3!} + \frac{\alpha_1^5}{5!} - \dots$$

ordnet nach Potenzen von α_1, bildet den analogen Ausdruck für β_2 und subtrahiert die beiden. Man erhält dann

$$\beta_1 - \beta_2 = (\alpha_1 - \alpha_2) \left| n' - \frac{1}{6} (\alpha_1^2 + \alpha_1 \alpha_2 + \alpha_2^2)(n' - n'^3) + \dots \right.:$$

dieser Ausdruck vereinfacht sich, wenn wir näherungsweise $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ setzen, wie folgt

$$\beta_1 - \beta_2 = (\alpha_1 - \alpha_2) [n' - 0{,}5\, \alpha^2 (n' - n'^3) + \dots$$

daraus

$$\alpha_1 - \alpha_2 = \frac{\beta_1 - \beta_2}{n'} \cdot \frac{1}{1 - 0{,}5\, \alpha^2 (1 - n'^2) + \dots}$$

$$B - C = \beta_1 - \beta_2 = \delta : \left[\frac{n}{1 - 0{,}5\, \alpha^2 (1 - n'^2) + \dots} - 1 \right].$$

Berücksichtigt man die Glieder bis zur 9. Potenz, dann heißt der Nenner des Ausdruckes in der eckigen Klammer

$$1 - 0{,}5\, \alpha^2 (1 - n'^2) + \alpha^4 (0{,}04165 - 0{,}41665\, n'^2 + 0{,}375\, n'^4) -$$
$$- \alpha^6 (0{,}00138 - 0{,}12639\, n'^2 + 0{,}43750\, n'^4 - 0{,}31249\, n'^6) +$$
$$+ \alpha^8 (0{,}00003 - 0{,}02032\, n'^2 + 0{,}21556\, n'^4 - 0{,}46870\, n'^6 + 0{,}27343\, n'^8);$$

für $n' = 1$ muß der Nenner den Wert 1 annehmen, also muß die algebraische Summe der Koeffizienten in den einzelnen runden Klammern gleich Null sein.

Wesentlich günstiger stellt sich die Sache dar, wenn man zur Winkelmessung ein drittes, aber lichtschwächeres Bild des Objektes benutzt, das durch mehrfache Reflexion im Innern des Prismas zustande kommt. Die eintretenden Lichtstrahlen l_1 und l_2 sind parallel, ihre Wege sind aus Fig. 2 ersichtlich. Die aus der Fläche AB austretenden Strahlen mögen den kleinen Winkel δ miteinander einschließen. Es gelten folgende Winkelbeziehungen

$$\delta = \alpha_3 - \alpha_2, \quad \beta_3 = B - C + \beta_1,$$

$$\beta_1 - \beta_2 = B - C, \text{ daraus folgt } \beta_3 - \beta_2 = 2(B - C)$$

oder

$$B - C = \frac{\beta_3 - \beta_2}{2}.$$

Der Gang der Rechnung ist nun folgender. Es wird δ gemessen, α_2 und α_3 werden beiläufig bestimmt, doch muß ihre Differenz gleich dem gemessenen δ gemacht werden. Man findet nun mit Hilfe des provisorischen Wertes von n und der Beziehung $\sin\alpha_2 = n \cdot \sin\beta_2$, $\sin\alpha_3 = n \cdot \sin\beta_3$ die Werte β_2 und β_3 und daraus $B - C$. Ähnlich werden die Winkeldifferenzen $C - A$ und $A - B$ bestimmt. Daraus werden die Dreieckswinkel A, B und C gefunden. Die Beziehung $A + B + C = 180^0$ dient zur Kontrolle und Ausgleichung.

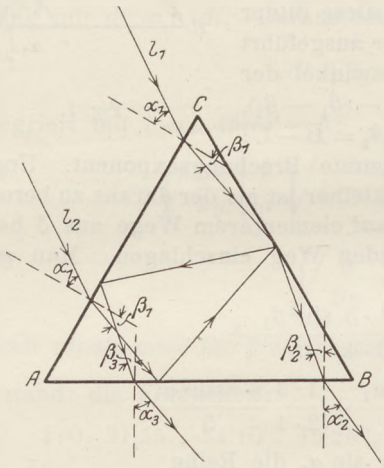


Fig. 2.

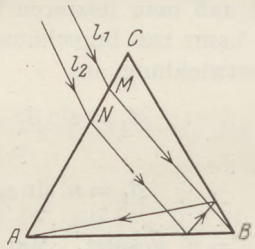


Fig. 3.

Die Helligkeit des durch mehrfache Reflexion zustande gekommenen Bildes wird wesentlich größer sein, wenn die Reflexionen an den Flächen AB und AC total sind. Setzen wir für diese Rechnung die Winkel A, B und C als 60^0 voraus, dann ergibt eine einfache Rechnung als Bedingung dafür $\sin\alpha_1 < [\sqrt{3(n^2-1)} - 1]$.

Fig. 3 zeigt uns, daß einerseits nur alle Strahlen l_1, die zwischen C und M auffallen, anderseits nur die Strahlen l_2, die zwischen A und N auffallen, zur Bildung der betreffenden Bilder beitragen werden.

Eine leichte Rechnung läßt erkennen, daß $CM = \frac{s}{2}(1 - \sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,\beta_1)$, $AN = s\sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,\beta_1$.

Setzt man diese Größen gleich, so ergibt sich $\sin\alpha_1 = \frac{n}{14}\sqrt{7}$. Weil das durch die Strahlen l_2 erzeugte Bild wegen der nicht totalen Reflexion an der Fläche BC lichtschwächer ist, wird man AN größer als MC wählen, also $\sin\alpha_1 > \frac{n}{14}\sqrt{7}$. Diese Bedingung mit der oben angeführten geben als Grenzen für $n = 1{,}5$ ungefähr $16^0\,30'$ und $27^0\,50'$, für $n' = 1{,}7$ ungefähr $18^0\,40'$ und $43^0\,40'$.

Man ordnet die Messung folgendermaßen an. Zunächst muß die Skala des Strichbinokels geeicht werden. Das Binokel wird dazu auf einem leichten, etwa photographischen Stative befestigt. Man steckt von diesem Stativ aus die Entfernung 100 m möglichst genau aus und stellt in dieser Entfernung genau senkrecht

zu der Richtung zum Binokel zwei mit Marken versehene Stative auf, die 10 m voneinander abstehen. Gegebenenfalls kann man unter Verwendung der Wand eines Hauses u. dgl. auch ohne Stative auskommen. Das Binokel, dessen genaue Okulareinstellung man sich anmerkt, wird nun so eingerichtet, daß die beiden Marken in gleicher Entfernung links und rechts vom Vertikalstrich der Einteilung erscheinen. Der Skalenabstand der beiden Marken wird angemerkt, er sei s Teilstriche nach rechts und links. Bezeichnet ferner 2φ den Visierwinkel vom Binokel zu den beiden ausgesteckten Marken, der durch die Beziehung $\operatorname{tg}\varphi = 0{,}05$ bestimmt ist, so ergibt sich leicht eine Umrechnung von Skalenteilen auf Grade und Minuten. Nun kann man zur eigentlichen Messung der Prismenwinkel übergehen, die sich etwa folgendermaßen gestaltet. Man sucht sich zwei markante Objekte O und P, die ungefähr 10^0 Winkelabstand haben. Das Fadenkreuz des Binokels wird nun (vgl. Fig. 4) auf das rechts liegende Objekt P gerichtet. Das Prisma, dessen Winkel man sich bezeichnet hat, wird so vor dem Objektiv des Binokels aufgestellt, daß das einfach im Innern gespiegelte Objekt O genau mit dem Fadenkreuz zusammenfällt und man gleichzeitig das mehrfach im Innern gespiegelte Objekt O links vom Fadenkreuz sieht. Läßt sich letztere Einstellung nicht erreichen, so dreht man das Prisma auf die andere Grundfläche um. Man liest nun den Winkelabstand dieser zwei Bilder in Strichen ab, wobei die $^1/_{10}$ Teile geschätzt werden. Nun berechnet man den Wert von δ in Graden und mißt den Winkelabstand γ von O und P womöglich auf $^1/_2{}^0$ genau. Jetzt berechnet man den beiläufigen Wert von α_2, indem man die genaue Formel $\gamma = A - \alpha_1 - \alpha_2$ durch die angenäherte $\gamma = 60^0 - 2\,\alpha_2$ ersetzt. Schließlich berechnet man α_3, indem man δ zu α_2 addiert. $B - C$ wird dann in der oben angegebenen Weise berechnet.

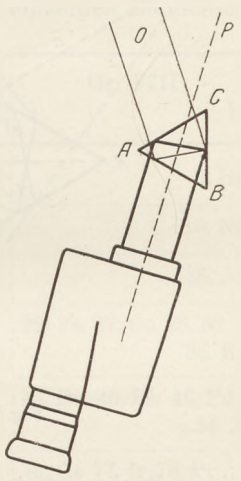


Fig. 4.

Um die einzelnen Fehler, die der Messung anhaften, zu berücksichtigen, nehmen wir an, wir hätten bei der Messung von γ einen Fehler von 2^0 gemacht. Dann würde sich das für den speziellen Fall $\alpha_2 = 10^0$, $\delta = 20'$, $\alpha_3 = 10^0\,20'$, $n = 1{,}5$ folgendermaßen äußern. Statt des wahren Wertes $B - C = 6'\,36''$ würde der Wert $B - C = 6'\,35''$ errechnet werden. Es muß also α_2 nicht sehr genau gemessen werden. Wie wird sich ein Fehler in der Bestimmung des Brechungsquotienten im Resultat äußern? Nehmen wir die obigen Werte von α_2, δ, α_3 und n an, letzterer Wert aber sei mit einem Fehler von 2% behaftet. $B - C$ wird dann $6'\,28''$. Man wird also den mittleren Brechungsquotienten n möglichst genau bestimmen. Mißt man nach der Methode der kleinsten Ablenkung, so wird n bei einer Meßgenauigkeit von $^1/_2{}^0$ nur einen Fehler von höchstens 0,8% aufweisen, der sich auf das Endresultat mit $3''$ überträgt. Welchen Einfluß hat ein Fehler in der Messung von δ auf das Endresultat? Beträgt der Fehler in der Messung der Striche $^1/_4$ Strich, also $51''$, so wird dieser Fehler, wenn $n = 1{,}5$ ist, ungefähr mit $17''$ sich auf das Resultat $B - C$ übertragen. Im Endresultat aber, bei der Berechnung der einzelnen Winkel A, B und C wird der Meßfehler noch um je $^2/_3$ verkleinert, also auf $12''$ sinken, da ja zu je zwei fehlerhaften Gleichungen ($B - C = \ldots$, $C - A = \ldots$ usw.) die dritte fehlerfreie Gleichung $A + B + C = 180^0$ hinzutritt.

Auch die Entfernung l des Objektes O wird eine Korrektur am Werte δ bedingen, die wir teils dadurch sehr klein machen, daß das Objekt in genügender Entfernung gewählt wird, teils durch Schätzung eliminieren können. Selbstverständlich wird vorausgesetzt, daß die Okulareinstellung, die bei der Eichung des Binokels angewendet wurde, auch bei der Messung genau eingehalten wird. Die Schätzung der Entfernungskorrektur sei im folgenden angedeutet. Wir setzen dabei die Winkel A, B und C genau 60^0 voraus. In der Fig. 5 bedeuten X und Y die Mitten von CM und AN,

wobei die Punkte M und N dieselbe Bedeutung haben wie in Fig. 3. Die Strahlen OX und OY sind also die mittleren Strahlen der beiden Büschel, die das Objekt O durch einfache bzw. mehrfache Reflexion im Innern abbilden. Die Reflexion beider Strahlen erfolgt im Mittelpunkt Z der Fläche BC. Die Punkte X' und Y', in denen die beiden Strahlen aus der Fläche AB austreten, kann man durch Umklappen der Figur um AZ aus X und Y erhalten. Bedeutet s die Seitenlänge des gleichseitigen Dreiecks, dann ist die Entfernung d von X und Y und die gleiche der Punkte X' und Y' gegeben durch $d = \frac{s}{4}\sqrt{3}\,(\sqrt{3} - \operatorname{tg}\beta)$.

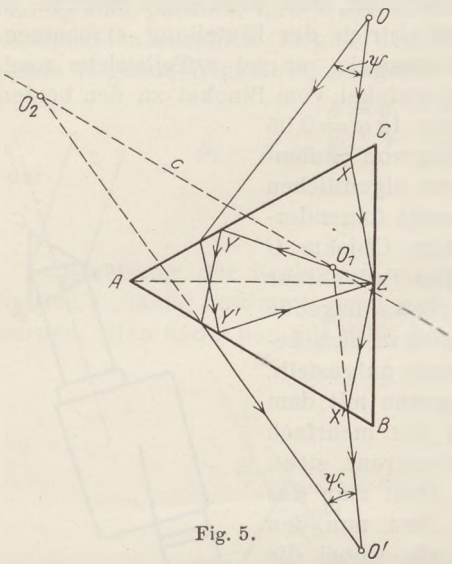


Fig. 5.

Die in X' und Y' austretenden Strahlen konvergieren unter dem Winkel ψ nach einem Punkte O', der bezüglich AZ symmetrisch zu O liegt. Sie scheinen von den Punkten O_1 und O_2 herzukommen, die man folgendermaßen konstruiert. Man zieht die Parallele c zu AB in dem gleichen Abstand, den O von AC hat. Die Schnittpunkte von c mit den nach rückwärts verlängerten Strahlen $O'X'$ und $O'Y'$ sind die Punkte O_1 und O_2. Die Entfernung dieser Punkte ist also gleich $2d$, und der Winkel ψ beträgt im Bogenmaß $\psi = \frac{d}{l}\cos\alpha$, wobei l gegen d sehr groß angenommen ist. Führt man noch in der Endformel den Winkel α statt β ein, so erhält sie die Gestalt $\psi = \frac{s\cos\alpha}{4\,l}\sqrt{3}\left(\sqrt{3} - \frac{\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right)$.

Für $l = 500$ m, $s = 4$ cm und einen mittleren Wert von α ist ψ etwa von der Größenordnung $7''$. Man wird also mit l nicht unter 500 m herabgehen und den Fehler ψ schätzungsweise berücksichtigen. Er ist von δ zu subtrahieren.

Zusammenfassend kann man bemerken, daß der größte Fehler von einer ungenauen Ablesung der Striche herrührt. Anwendung stärkerer Vergrößerung, etwa 12fach, wird also die Genauigkeit noch etwas steigern. Mit verhältnismäßig einfachen Mitteln kann eine große Genauigkeit erreicht werden, weil die Aufgabe der Winkelmessung auf die Messung kleiner Winkeldifferenzen zurückgeführt ist.

Über das natürliche System der Elemente.

Von Dr. **W. Dahmen** in Bonn.

Die Aufstellung des periodischen Systems im Jahre 1869 durch Mendelejeff und Lothar Meyer brachte neues Licht in die Mannigfaltigkeit der Bausteine der Materie. Heute wissen wir, daß die Elemente nicht zusammenhanglose Einheiten sind, sondern, daß die Grundstoffe periodische und nichtperiodische Eigenschaften besitzen. Während jedoch zu Mendelejeffs Zeiten die periodischen Eigenschaften als funktional abhängig vom Atomgewicht angesehen wurden — mit den bekannten Ausnahmen —, ist man hierin heute anderer Ansicht. Durch die Untersuchungen Astons mit seinem Massenspektrographen kann es als erwiesen angesehen werden, daß viele Elemente sich aus verschieden schweren Atomen zusammensetzen. Diese Atome, die trotz gleicher chemischen Eigenschaften verschiedenes Atomgewicht haben, bezeichnet man als Isotope. So unterscheidet man heute Reinelemente, die sich aus gleich schweren Atomen, und Mischelemente, die sich aus verschieden schweren Atomen zusammensetzen. Die

Bezeichnung Atomgewicht kann sich also bei Mischelementen nur auf die Gewichte der verschiedenen schweren Isotopen beziehen, wohingegen die bisher als Atomgewicht bezeichnete Durchschnittsgröße als Verbindungsgewicht bezeichnet wird. So besitzt z. B. Chlor zwei Isotope von dem Atomgewicht 35 bzw. 37, aber das Verbindungsgewicht die Größe 35, 46. Während nun bisher die periodischen Eigenschaften als Funktionen einer nicht eindeutigen Größe bezeichnet wurden, bezeichnet man sie heute als Funktionen der Ordnungszahl. Atomtheoretisch gibt uns diese Größe die Kernladung im Atom an. Die Zuordnung der Ordnungszahl zu den einzelnen Elementen

	Gr. I a	Gr. I b	Gr. II a	Gr. II b	Gr. III a	Gr. III b	Gr. IV a	Gr. IV b	Gr. V a	Gr. V b	Gr. VI a	Gr. VI b	Gr. VII a	Gr. VII b	Gr. VIII a	Gr. VIII b
I													1. H		2. He	
II	3. Li		4. Be		5. B		6. C		7. N		8. O		9. F		10. Ne	
III	11. Na		12. Mg		13. Al		14. Si		15. P		16. S		17. Cl		18. Ar	
IV	19. K	29. Cu	20. Ca	30. Zn	21. Sc	31. Ga	22. Ti	32. Ge	23. V	33. As	24[1]. Cr	34. Se	25. Mn	35. Br	26[1] Fe 27. Co 28. Ni	36. Kr
V	37. Rb	47. Ag	38. Sr	48. Cd	39. Y	49. In	40. Zr	50. Sn	41. Nb	51. Sb	42. Mo	52. Te	43. Ma	53. J	44. Ru 45. Rh 46. Pd	54. X
VI	55. Cs	79. Au	56. Ba	80. Hg	57—71. seltene Erden	81. Tl	72. Hf	82. Pb	73. Ta	83. Bi	74. W	84. Po	75 Re	85. —	76. Os 77. Ir 78. Pt	86. Em
VII	87. —		88. Ra		89. Ac		90. Th		91. Pa		92. U					

Fig. 1. Das kurzperiodische System.

gelang mit Hilfe der Röntgenspektren durch Siegbahn. Sie wurde festgelegt durch das Moseley sche Gesetz, wonach bei Röntgenstrahlen die Schwingungszahl ν der K_α-Strahlung bestimmt ist durch die Beziehung [1]):

$$\nu = A\,(Z - b)^2,$$

wobei Z die Ordnungszahl und A und b konstante Größen sind.

Zur Eingruppierung der Elemente in eine Tabelle liegen zur Hauptsache drei Anordnungen vor, die der Reihe nach durchgesprochen werden sollen. Die Größe der Perioden der Elemente sind der Reihe nach die Zahlen 8, 8, 18, 18, 32. Die letzte Periode läßt sich durch Absonderung der seltenen Erden, wozu man die Elemente der Ordnungszahlen 57 bis 71 zählt, auch auf die Zahl 18 reduzieren. Man kennt deshalb grundsätzlich nur zwei Anordnungen, bei denen in jeder Reihe entweder 8 oder 18 Elemente angeordnet sind, und unterscheidet so das kurzperiodische und das langperiodische System.

Die Anordnung des bekannteren kurzperiodischen Systems zeigt Fig 1 [2]). Für den chemischen Unterricht war es wegen der Valenzverhältnisse von großem Wert. Ich erinnere nur an die wundervolle Gesetzmäßigkeit, die es bezüglich der Wertigkeit der Elemente zu Wasserstoff und Sauerstoff aufweist. Seine Übersichtlichkeit leidet jedoch durch die Unterteilung der einzelnen Kolonnen in zwei Abteilungen. Nun treten aber mehrere Elemente nicht nur in einer, sondern in mehreren Wertigkeiten auf. Eine einleuchtende Begründung hierfür ist noch nicht gegeben worden; man hat

[1]) H. G. Moseley, Phil. Mag. Bd. 27, S. 703, 1914.

[2]) Die Verbindungsgewichte sind der Einfachheit halber weggelassen.

	Gruppe																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I																	1. H	2. He
II	3. Li	4. Be											5. B	6. C	7. N	8. O	9. F	10. Ne
III	11. Na	12. Mg											13. Al	14. Si	15. P	16. S	17. Cl	18. Ar
IV	19. K	20. Ca	21. Sc	22. Ti	23. V	24. Cr	25. Mn	26. Fe	27. Co	28. Ni	29. Cu	30. Zn	31. Ga	32. Ge	33. As	34. Se	35. Br	36. Kr
V	37. Rb	38. Sr	39. Y	40. Zr	41. Nb	42. Mo	43. Ma	44. Ru	45. Rh	46. Pd	47. Ag	48. Cd	49. In	50. Sn	51. Sb	52 Te	53. J	54. X
VI	55. Cs	56. Ba	57.—71. seltene Erden	72. Hf	73. Ta	74. W	75. Re	76. Os	77. Ir	78. Pt	79. Au	80. Hg	81. Tl	82. Pb	83. Bi	84. Po	85. —	86. Em
VII	87. —	88. Ra	89. Ac	90. Th	91. Pa	92. U												

Fig. 2. Das langperiodische System.

0	I	II
—	1. H	2. Ne
0	1	2

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2. He	3. Li	4. Be	5. B	6. C	7. N	8. O	9. F	10. Ne
10. Ne	11. Na	12. Mg	13. Al	14. Si	15. P	16. S	17. Cl	18. Ar

0	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa			Ib	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb
18. Ar	19. K	20. Ca	21. Sc	22. Ti	23. V	24. Cr	25. Mn	26. Fe	27. Co	28. Ni	29. Cu	30. Zn	31. Ga	32. Ge	33. As	34. Se	35. Br	36. Kr
36. Kr	37. Rb	38. Sr	39. Y	40. Zr	41. Nb	42. Mo	43. Ma	44. Ru	45. Rh	46. Pd	47. Ag	48. Cd	49. In	50. Sn	51. Sb	52. Te	53. J	54. X
54. X	55. Cs	56. Ba	57.—71. seltene Erden	72. Hf	73. Ta	74. W	75. Re	76. Os	77. Ir	78. Pt	79. Au	80. Hg	81. Tl	82. Pb	83. Bi	84. Po	85. —	86. Em
86. Em	87. —	88. Ra	89. Ac	90. Th	91. Pa	92. U												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Fig. 3. Das periodische System nach v. Antropoff.

sich vorläufig lediglich mit der Tatsache abzufinden. Für den Unterricht wäre es jedoch von großer Wichtigkeit, wenn der Schüler aus der Tabelle ohne weiteres entnehmen könnte, in welcher Wertigkeit das betreffende Element auftreten kann. Wollte man deshalb von diesem Gesichtspunkte aus eine weitere Unterteilung des kurzperiodischen Systems vornehmen, so würde die Anordnung noch unübersichtlicher werden.

Das langperiodische System (Fig. 2), welches in jeder Kolonne Platz für 18 Elemente hat, weist keine Unterteilung der Kolonnen auf und ist deshalb übersichtlicher

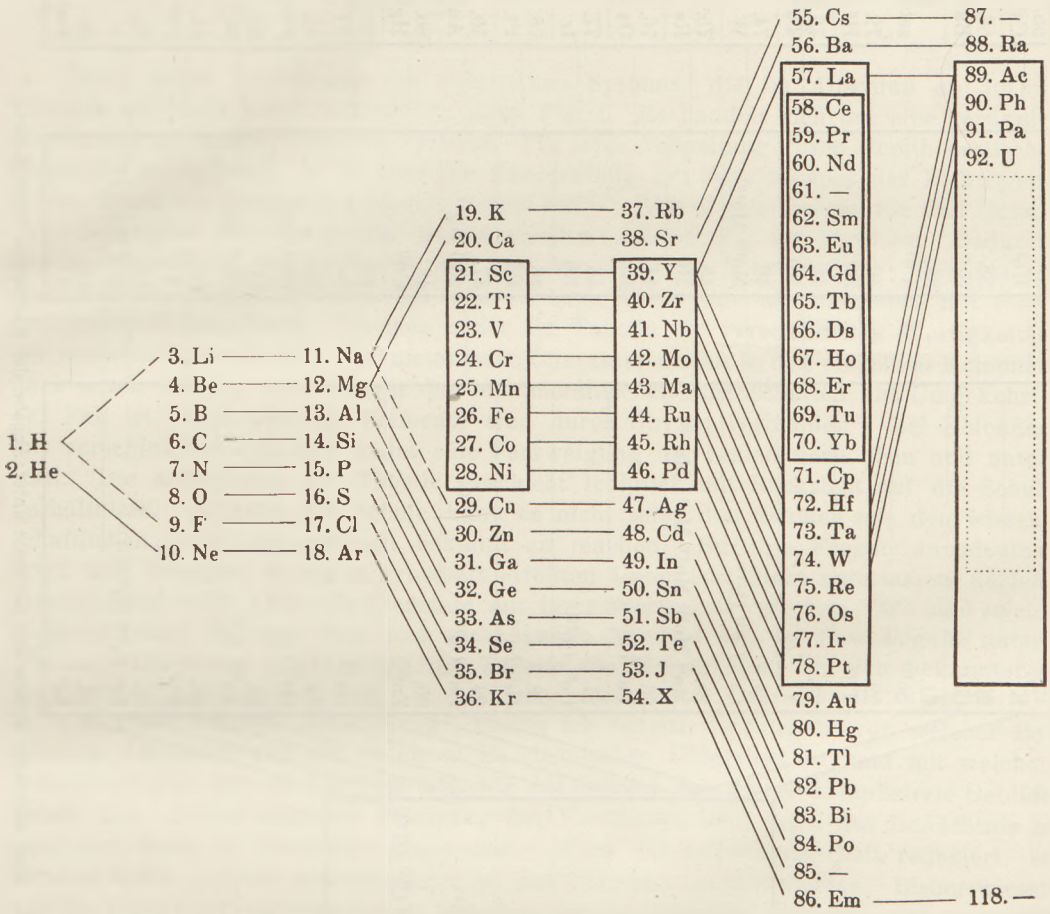


Fig. 4. Das natürliche System nach Niels Bohr.

als das kurzperiodische System. Eine Anführung der verschiedenen Wertigkeiten würde jedoch das Ganze zu sehr in die Breite ziehen. Bemerkenswert ist, daß diese Anordnung gegenüber der ersten in wissenschaftlichen Kreisen bevorzugt wird. Vom didaktischen Standpunkt aus hat das kurzperiodische System aus den oben angeführten Gründen den Vorzug. Im Anschluß hieran ist noch eine langperiodische Darstellung von v. Antropoff[1]) zu erwähnen.

Diese Anordnung (Fig. 3) hat vor den anderen den Vorzug der sinnfälligen farbigen Darstellung und wird für den Unterricht von Bedeutung sein. Durch Verbindungsstriche und Wiedergabe in derselben Farbe werden auch die entfernteren

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 39, 722. Große farbige Wandtafel, Verlag Koehler und Volckmar A.-G. u. Co., Leipzig. Preis 30 Mk.

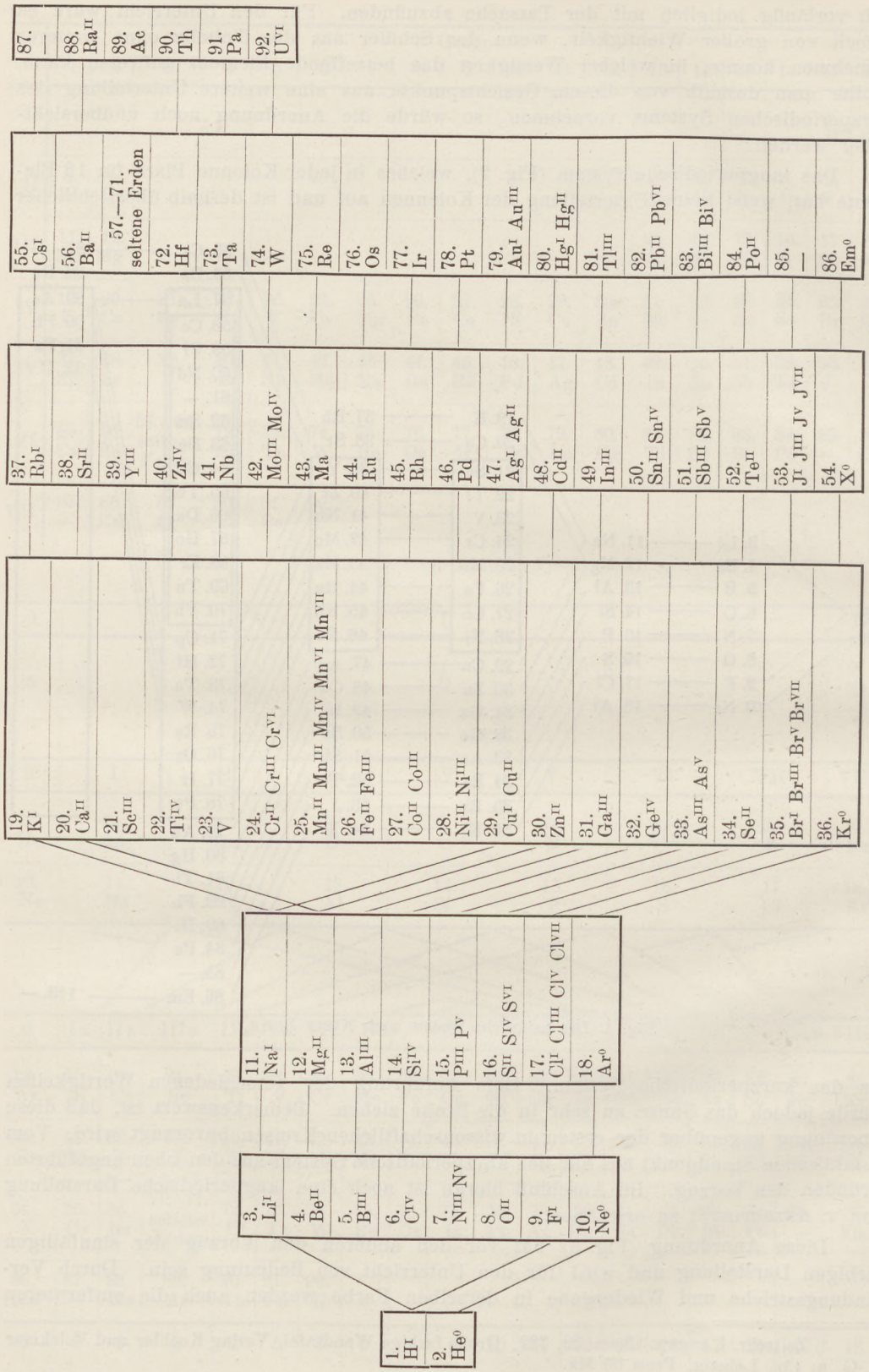
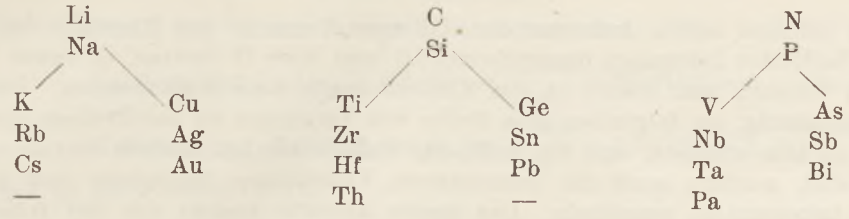


Fig. 5. Das natürliche System der Elemente unter Angabe der wichtigsten Wertigkeiten.

Verwandtschaften, die das kurzperiodische System so schön zum Ausdruck bringt, gekennzeichnet. Als Beispiel seien drei Gruppen mit ihren nach je 2 Elementen eintretenden Verzweigungen angeführt:



Eine dritte Anordnung des natürlichen Systems, die im Anschluß an Julius Thomsen auf Niels Bohr zurückführt, zeigt Fig. 4. Es handelt sich um eine vertikale Anordnung des langperiodischen Systems. Für seine Aufstellung waren atomtheoretische Gedanken maßgebend, da es über die Entwicklung des Schalenbaues der Elektronen in der Reihe der Elemente Auskunft geben soll[1]). Was dieses System für den Unterricht bedeutsam erscheinen läßt, ist die vertikale Anordnung der Perioden. Dadurch gewinnt man Platz für die Anführung der verschiedenen Wertigkeiten. Wie das zu verstehen ist, zeigt Fig. 5. Außer den seltenen Erden sind alle Elemente mit ihrer Ordnungszahl angeführt. Daneben weist die Tabelle die verschiedenen Wertigkeiten der meisten Elemente auf. Der metallische Charakter nimmt in den einzelnen Kolonnen nach unten hin ab, während bei den nichtmetallischen Eigenschaften das Umgekehrte der Fall ist. Gleichwertige Elemente sind durch Striche verbunden[2]), bei Kolonnen mit verschiedenen Perioden findet eine Verzweigung der Linien nach oben und unten statt. Die Aufstellung der Tabelle geschieht lediglich mit Rücksicht auf die Schulverhältnisse. Aufgabe der Schule kann es nicht sein, den Schüler mit den wissenschaftlichen Forschungsgebieten bekannt zu machen. Strittige Fragen anzudeuten, wird man dagegen in einem ernsthaft erteilten Unterricht nicht unterlassen dürfen. Deshalb sind auch nicht alle Elemente mit ihrer Wertigkeit versehen. Wo eine solche nicht eindeutig festliegt oder noch nicht genau bekannt ist, ist ihre Angabe unterblieben. Durchweg zeigt jedoch die Tabelle die Wertigkeiten bei den bekannteren Elementen.

In einer früheren Abhandlung[3]) suchte ich bereits darzulegen, von welcher Bedeutung die Lehre von den Valenzen im chemischen Unterricht ist, und mit welchen Schwierigkeiten man zu kämpfen hat, bis der Schüler das ganze komplizierte Gebilde erfaßt hat. Neben stärkster Belastung des Verstandes wird auch das Gedächtnis in erhöhtem Maße in Anspruch genommen. Wird die Gedächtnisarbeit reduziert, so können dafür größere Anforderungen an den Verstand gestellt werden. Bisher wiesen die im Unterricht gebräuchlichen Tabellen des periodischen Systems, aufs genaueste dem modernen Stande chemischer Forschung angepaßt, die Verbindungsgewichte auf. Vom Standpunkte der allgemeinen Chemie aus betrachtet haben sie viel von ihrer früheren Bedeutung eingebüßt. Das periodische System kann uns im chemischen Anfangsunterricht bei der Besprechung der Valenzlehre wertvolle Dienste leisten. Ich habe hier einen Weg anzugeben versucht, der vielleicht schneller zum Ziele führt. Als weiteres Hilfsmittel hoffe ich demnächst ein in dem obigen Aufsatze erwähntes Atommodell vorführen zu können.

[1]) Vgl. hierzu die Abhandlung: F. Paneth, Das natürliche System der chemischen Elemente in H. Geiger und K. Scheel, Handbuch der Physik, Bd. XXII, S. 520, Berlin 1926.

[2]) Die Querverbindungen in Abb. 3 haben eine etwas andere Bedeutung.

[3]) W. Dahmen, Die Valenzlehre im chemischen Unterricht. Diese Zeitschr. 39, S. 127, 1926.

Dissoziationsversuche mit einer Platinröhre.

Von Prof. Dr. **P. Rischbieth** in Hamburg.

Am Schlusse seines Aufsatzes über „Neuere Versuche mit Thermit" im ersten Heft des laufenden Jahrgangs dieser Zeitschrift sagt Herr H. Zeitler, er kenne keinen einfachen Versuch zum Nachweis des Kohlendioxyds beim Kalkbrennen. Dies gibt mir Veranlassung, im folgenden eine Reihe von Versuchen zu beschreiben, die nicht bekannt zu sein scheinen, und die nicht nur außerordentlich einfach und leicht ausführbar sind, sondern auch die quantitativen Verhältnisse beleuchten und sonstige wichtige Erkenntnisse vermitteln. Der ganze Apparat besteht aus der früher von Scheid (diese Zeitschr. **21**, 1908) beschriebenen kleinen, einseitig geschlossenen Platinröhre von 8 cm Länge, 0,5 cm äußerer Weite und etwa 4 bis 5 g Gewicht, deren offenes Ende in ein kurzes beiderseits offenes Glasröhrchen von 4 cm Länge eingeschmelzt ist. Vielleicht wäre die Röhre auch durch eine Porzellanröhre von ähnlichen Dimensionen zu ersetzen. Außerdem ist eine Gasbürette[1]) erforderlich, wie sie sich nun in vielen Anstalten Deutschlands Bürgerrecht erworben hat.

1. Das Brennen des Kalkes.

Die ein für allemal gewogene Platinröhre wird mit 0,2 bis 0,3 g Marmor- oder besser Calcitpulver (mit der Röhre gewogen) beschickt und durch ein kurzes Schlauchende mit dem oberen Ansatzrohr der mit Wasser gefüllten Gasbürette verbunden. Das Wasser ist in der Bürette mit etwas CO_2 geschüttelt. Erhitzt man die Platinröhre mit einem Teclu- oder sonst einem guten Gasbrenner, so beginnt die Dissoziation des Calcits bei Kirschrotglut und wird bei heller Rotglut in 1—2 Minuten praktisch vollständig. Nachdem das Niveau in der Bürette konstant geworden ist, schließt man den oberen Hahn, ehe man die Flamme entfernt hat und liest das Volumen ab. Nach dem Abkühlen wägt man die Röhre zurück. Das abgelesene Volumen bedarf einer kleinen Korrektur, da zu Beginn des Versuchs die Röhre Zimmertemperatur hatte, am Schlusse aber glühend war. Die Differenz kann vor oder nach dem Versuche in wenigen Augenblicken festgestellt werden (0,9 ccm bei meiner Röhre).

Qualitative Resultate. Der gebrannte Kalk ist ein weißes Pulver, das angefeuchtet unter Wärmeentwicklung sich löscht und mit Lackmuspapier alkalisch reagiert. Das Gas gibt mit überschüssigem Kalkwasser[2]) einen weißen Niederschlag und wird von Kalilauge bis auf einen kleinen Rest (die Luft der Röhre) glatt aufgenommen.

Quantitative Resultate.

1.	Röhre leer	6,444 g
2.	Röhre + Calcit	6,527 „
3.	Röhre + CaO	6,548 „
4.	$CaCO_3$	0,183 g
5.	CaO	0,104 „
6.	CO_2 (4—5)	0,079 „
7.	CO_2 ausgetrieben	45,1 ccm
8.	CO_2 reduziert	41,8 ccm = 0,083 g
9.	CO_2 absol. Dichte (6 : 8)	0,00189
10.	CO_2 auf H_2 bez. Dichte	21 (22)
11.	CO_2 Mol-Gew.	0,083 : 41,8 = x : 22 250 [3])
		x = 44,2 (44)
12.	CaO Äqu.-Gew.	0,104 : 41,8 = x : 11 125
		x = 27,6 (28)
13.	Ca Äqu.-Gew.	27,6 — 8,0 = 19,6 (20)

[1]) Diese Zeitschr. **15**, S. 74ff., 1902 und **22**, S. 19ff., 1909.
[2]) Diese Zeitschr. **36**, S. 120, 1923.
[3]) Siehe Bemerkung 3 unter 5 (Eisen- und Manganspat).

Alle diese Daten ergeben sich ohne weitere Voraussetzung aus obigem Versuch. Nimmt man die 2-Wertigkeit des Ca an, so ergibt sich das Atomgewicht als

$$2 \cdot 19{,}6 = 39{,}2 \ (40)$$

Um die Formel des Calcits zu ermitteln, rechnet man:

$$\text{Calciumoxyd } 0{,}104 \text{ g in Molen } \frac{0{,}104}{56} = 0{,}00185 = 1,$$

$$\text{Kohlendioxyd } 0{,}083 \text{ g in Molen } \frac{0{,}083}{44} = 0{,}00185 = 1.$$

Somit ist die Formel $CaCO_3$.

2. Strontianit und Witherit.

Die Dissoziation des Strontiumkarbonats ist sehr viel geringer als die des Calciumkarbonats. Immerhin gelingt es, mit einem guten Brenner eine nicht unbeträchtliche Menge Kohlendioxyd in Freiheit zu setzen. Aus dem Volumen des gebildeten Kohlendioxyds bzw. aus dem Gewichtsverlust der Platinröhre kann man ohne Schwierigkeit die Lage des Gleichgewichts der Gleichung

$$SrCO_3 \rightleftarrows SrO + CO_2$$

bei der Temperatur der Gebläseflamme berechnen. In einem spez. Falle gaben 0,238 g Strontianit 11,7 ccm bzw. 10,7 ccm red. CO_2 ab. Daher gaben ab:

$$\frac{0{,}238}{147{,}6} \text{ Mol } SrCO_3 = \frac{10{,}7 \cdot 0{,}00198}{44} \text{ Mol } CO_2$$

$$161 \text{ „ „} \qquad 48{,}2 \text{ „ „}$$

$$100 \text{ „ „} \qquad 30{,}0 \text{ „ „}$$

Somit

$$SrCO_3 \rightleftarrows SrO + CO_2$$
$$100 \text{ Mol} \quad 30{,}6 \text{ Mol} \quad 30{,}6 \text{ Mol}.$$

Von dem angewandten Strontianit waren also 30 % dissoziiert.

Die Dissoziation des Bariumkarbonats ist auch bei heller Rotglut so gering, daß meßbare Mengen CO_2 nicht entwickelt werden.

3. Magnesit und Dolomit.

Der Magnesit dissoziiert leichter als der Calcit, ist aber häufig verunreinigt. Ein Vorkommen von Euböa erwies sich als ziemlich rein, so daß daraus das Äquivalentgewicht von Magnesium und Magnesiumoxyd annähernd ermittelt werden konnte.

Versuch: Magnesit 0,1941 g wurden erhitzt und gaben
Magnesiumoxyd 0,0947 g
Kohlendioxyd 0,0994 g

daraus Äquivalent von MgO:

$$0{,}0948 : 0{,}0994 = x : 22$$

Äquivalentgewicht von MgO = 20,9 (ber. 20,15)
„ „ Mg = 12,9 („ 12,15).

Dolomit ist ein isomorphes Gemenge von Ca- und Mg-Karbonat $(CaMg)CO_3$, wobei allerdings in vielen Fällen auf ein Mol $CaCO_3$ ein Mol $MgCO_3$ kommt $(CaCO_3 + MgCO_3)$. Aus der beim Erhitzen im Platinrohr entwickelten Menge CO_2 kann man die Zusammensetzung des Dolomits berechnen, wenn er frei von Verunreinigungen ist. Die gewöhnlichen derben Dolomite enthalten aber nicht unbeträchtliche Mengen von Sand, Silikaten, Tonerde und Eisenoxyd. Hier kann man nur ganz im allgemeinen aus der volumetrischen Analyse auf die Zusammensetzung des Materials Rückschlüsse ziehen. Da 1 g Normaldolomit 243,5 ccm CO_2 red. enthält, so werden Dolomite, die mehr Kalk enthalten, weniger, und solche, die mehr Magnesit enthalten — was selten vorkommt — mehr CO_2 entwickeln. 1 g reines $CaCO_3$ entwickelt 224 ccm red. Dolomite, die weniger ergeben, enthalten also Verunreinigungen. Eisenhaltige Dolomite

ergeben ein hellbraunes Oxyd, manganhaltige sind nach dem Glühen dunkelbraun gefärbt und lösen sich mit vorübergehend dunkelbrauner Farbe in Salzsäure auf.

4. Bikarbonate.

Natriumbikarbonat zerfällt bei gelindem Erwärmen in Soda, Wasser und Kohlendioxyd und regeneriert sich in einer feuchten Atmosphäre von Kohlendioxyd. Eine in der Platinröhre gewogene Menge Bikarbonat Merck pro analysi wurde bis zu beginnender Rotglut erhitzt und das CO_2 in der Bürette aufgefangen.

0,235 $NaHCO_3$ ergab 31,1 ccm CO_2 (red)

$$2\ NaHCO_3 \rightleftharpoons Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

168 g 22250 ccm

$$0{,}235 : 31{,}1 = x : 22\,250$$

$$x = 168$$

Mol-Gew. von $NaHCO_3$ somit 84 (ber. 84).

Bei der leichten Ausführbarkeit und dem geringen Zeitaufwand — Zeit der Wägung 1 bis 2 Min. — käme diese Methode wohl für die technisch-chemische Analyse in Betracht. In dem Buche von Merck, Prüfung der Reagenzien auf Reinheit, ist sie nicht angeführt. Will man das zweite Molekül CO_2 auch noch in Freiheit setzen, so bringt man die Soda[1]) aus dem Platinrohr in den äußeren Raum eines kleinen Anhängefläschchens, wie es von Knops Azometer bekannt ist, und gießt in den äußeren Raum etwa 2 ccm halbverdünnte Salzsäure (1 ccm konz HCO + 1 ccm H_2O). Nachdem man das Anhängefläschchen mit der Gasbürette verbunden und in ein Becherglas mit temperiertem Wasser gesetzt hat, läßt man die Salzsäure zu dem Karbonat fließen, schüttelt und läßt wieder abkühlen. Die zurückbleibende Salzlösung bleibt natürlich mit CO_2 gesättigt. Man findet deshalb ein um etwa 2 ccm kleineres Volumen Salzsäure als das berechnete, im obigen Falle 28,6 ccm[2]).

5. Eisen- und Manganspat.

Erhitzt man Spateisenerz im Platinröhrchen, so gibt es mit Leichtigkeit das Kohlendioxyd ab. Es hinterbleibt aber nicht — oder wenigstens nicht ausschließlich — Eisenoxydul, wie man erwarten sollte, sondern Eisenoxydoxydul. Ersteres, ein starkes Reduktionsmittel, hat auf das Kohlendioxyd reduzierend unter Bildung von Kohlenoxyd eingewirkt nach der Gleichung

$$3\ FeO + CO_2 = Fe_3O_4 + CO.$$

Das gebildete Kohlenoxyd kann man leicht nachweisen, wenn man durch den Trichteraufsatz etwas Kalilauge in die Bürette fließen läßt. Es bleibt ein Gas zurück, das mit blauer Flamme verbrennt. Die volumetrischen Verhältnisse werden nicht geändert, da für einen Raumteil Kohlendioxyd ein Molekül Kohlenoxyd an die Stelle tritt. In dem zu dem folgenden Versuche benutzten großkristallinischen Spateisen von Siegen ist ein nicht geringer Teil des Eisens durch Mangan ersetzt. Da aber die Atomgewichte von Eisen und Mangan dicht beieinander liegen, so wird dadurch das Äquivalentgewicht des Eisens um ein Geringes herabgedrückt.

Versuche: 1. 0,2077 g Eisenspat erhitzt gaben

2. $CO_2 = 40{,}4$ ccm red.

3. CO_2 in g = 0,0799[3])

4. FeO indirekt (1—3) = 0,1278.

5. Äquivalentgewicht des FeO $0{,}1278 : 0{,}0799 = x : 22$

$$x = 35{,}2 \text{ (ber. 36)}.$$

6. Äquivalentgewicht des Fe 27,2 (ber. 28).

[1]) Die nicht geschmolzen sein darf.

[2]) Siehe diese Zeitschrift **36**, S. 120, 1923.

[3]) Gefunden aus der Dichte 0,001977, nicht aus dem Mol-Volumen, das mit 22,25 erheblich unter dem Normalen 22,4 liegt.

6. Braunstein.

Die Oxyde des Mangans gehen sämtlich bei starkem Glühen an der Luft in Mn_3O_4 über, unter Aufnahme oder Abgabe von Sauerstoff. Der schöne, faserig kristallinische, seidenartig glänzende Pyrolusit von Elgersdorf (Thüringen) enthält Wasser, das erst beim Glühen entweicht. Er ist daher für unsere Zwecke unbrauchbar. Besser ist ein körnig kristallinischer, lebhaft glänzender Polianit aus Australien, der nur eine geringe Menge chemisch gebundenes Wasser enthält.

Versuch: 0,372 g Braunstein gaben bei heller Rotglut im Platinrohr 30,6 ccm red. Sauerstoff ab. Nach der Gleichung:

$$3\ MnO_2 = Mn_3O_4 + O_2$$

sollen 261 g 22 400 ccm O_2 abgeben,
somit 0,372 g 31,9 ccm,
während 30,6 ccm gefunden wurden. Die Differenz geht auf Rechnung des Hydratwassers. Vertreibt man es — 4 mg — aus der Röhre und bringt es von der Anfangsmenge in Abzug, so berechnet sich für 0,368 g Braunstein 31,6 ccm Sauerstoff; gefunden: 30,6 ccm.

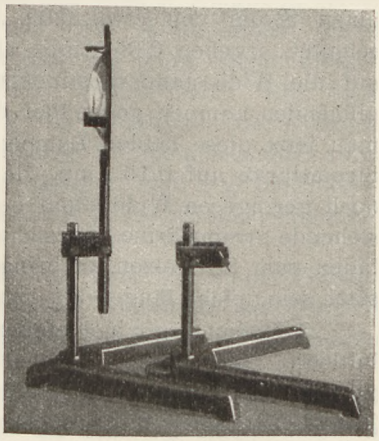
Es ist klar, daß hiermit die Reihe der Dissoziationsversuche, die mit der Platinröhre ausgeführt werden können, nicht abgeschlossen ist. Eine Platinröhre ist zwar teuer, sie ist aber unbegrenzt lange Zeit haltbar und kann daher, trotz des hohen Preises, als preiswert bezeichnet werden.

Kleine Mitteilungen.

Ein neuer Stativfuß.

Von **Wilhelm Volkmann** in Berlin-Steglitz.

Das Feinstellzeug, das ich mir vor 30 Jahren zunächst für meinen eigenen Bedarf geschaffen hatte, ist nicht nur in Forschungslaboratorien, sondern auch in Schulen ein vielbenutztes Arbeitsgerät geworden. Wiederholt aber sprachen mir solche Sammlungsverwalter, die mit demselben Gerät Physik und Chemie zu versorgen haben, wie auch Chemiker, ihr Bedauern darüber aus, daß sie vom Feinstellzeug wenig Gebrauch machen könnten, weil der Klemmfuß[1]) für ihre Zwecke ungeeignet sei. Der Chemiker bringt die Belastungen, z. B. Kochflaschen, in etwa 10 cm Entfernung vom Stabe an, sein normales Bunsenstativ hat darum den Stab an einer Schmalseite der Fußplatte. Dreifußstative mit einem Stab in der Mitte sind für ihn im allgemeinen unbrauchbar. Dem Physiker genügt das Bunsenstativ aber nicht, weil der mit vier Ecken aufstehende Plattenfuß immer wackelt, und weil man nicht mehrere Stative nahe genug aneinander stellen kann.



Vor einigen Monaten habe ich mir von Leppin & Masche, Berlin, Engelufer 27, die in der Abbildung dargestellten Winkelfüße anfertigen lassen und möchte sie, nachdem ich selbst und befreundete Physiker, Chemiker und Biologen sie erprobt haben, zur Verwendung empfehlen. Die Abbildung zeigt ihre Verwendung für optische Versuche und Bildwurf. In jeden Fuß ist ein 10 cm langer Stiel geschraubt, und eine Parallelmuffe dient als Träger der Lampen, Linsen, Prismentischchen usw. Die Möglichkeit großer gegenseitiger Annäherung dieser Stücke ergibt sich aus der Abbildung. Die Parallelmuffe erlaubt eine beträchtliche Seitenverschiebung

[1]) Abgebildet in dieser Zeitschrift **22**, 375; 1909.

(Umkreisen des Stabes), also auch ein Ausrichten auf die Achse der Versuchsanordnung, ohne den Fuß zu verschieben. Die Füße stehen nur mit drei Punkten auf, so daß kein Wackeln möglich ist. Für die Chemie nimmt man den Stab länger, 40 oder 65 cm, und erhält ein Stativ, das gegen Umkippen denselben Widerstand leistet wie das Bunsenstativ. An der Tischkante kann der Fuß mit einer Schraubzwinge gut befestigt werden.

Als eine wesentliche Eigenschaft meines Feinstellzeuges seit der 1909 eingeführten Kreuzfurchung ist zu bezeichnen, daß die Muffen und die Köpfe der Klemmfüsse jede Stabdicke zwischen 7 und 13 mm mit derselben Sicherheit festhalten. Man kann daher die Teile von älteren optischen Bänken usw. unverändert im Feinstellzeug benutzen. Das gilt jedoch nicht von den Erzeugnissen einer süddeutschen Werkstatt, die, wie ich erfahren habe, die alte, nur für genau 13 mm Stabdicke passende Form meiner Klemmfüße verkauft.

Widerstandsänderung infolge Temperaturänderung.

Von **E. Hensel** in Villingen.

Zum Nachweis dieses funktionalen Zusammenhangs verwende ich 16-kerzige Glühlampen für 220 Volt, und zwar sowohl Metallfaden- als auch Kohlefadenlampen. Darunter befinden sich auch solche mit Luftfüllung. Um diese zu erhalten, kneife man vorsichtig die an den meisten Lampen vorhandene Glasspitze ab, jedoch so, daß zunächst nur eine kleine Öffnung entsteht. Eine zu große Öffnung gleich zu Anfang gefährdet den Faden im Innern der Lampe. Erst nachträglich, nachdem der Luftausgleich eingetreten ist, erweitere man die Öffnung noch etwas.

1. Versuche mit Metallfadenlampen. Es werden zwei gleiche luftleere Lampen hintereinander geschaltet. Jede erhält 110 Volt zugeteilt, beide glühen daher nur halb. Ersetzt man jedoch eine derselben durch eine gleiche, aber luftgefüllte Lampe, dann glüht diese gar nicht, da die entstehende Stromwärme sofort durch die Luft der Glaswand und der Außenluft zugeleitet wird. Dieser Faden besitzt daher eine tiefere Temperatur als der der Nachbarlampe. Daß dieser tieferen Temperatur ein geringerer Widerstand entspricht, erkennt man daran, daß ein an diese Lampe angelegtes Voltmeter nicht 110, sondern weniger Volt anzeigt, wogegen die Nachbarlampe entsprechend mehr aufgenommen hat. — Eine luftleere Lampe der verwendeten Art zeigt einen Strom von etwa 0,09 Amp. an. Zwei derartige Lampen, hintereinandergeschaltet, ergeben 0,06 Amp., also mehr als die Hälfte. Die Abweichung ist wieder auf die Widerstandsverminderung infolge der Temperaturherabsetzung der nur halb glühenden Lampen gegenüber der vollglühenden Einzellampe zurückzuführen. Ersetzt man jetzt diese beiden Lampen durch zwei gleiche, jedoch luftgefüllte, so steigt die Stromstärke auf 0,16 Amp., da diese neuen Lampen infolge der geringen Erwärmung noch geringeren Widerstand besitzen. Hier ist übrigens Vorsicht geboten, da die entstehende Stromwärme angesichts der hohen Leitfähigkeit hinreichen könnte, den Metallfaden zum Schmelzen zu bringen. Er darf daher nur kurze Zeit dem Strom ausgesetzt sein, nicht länger als zum Ablesen am Instrument erforderlich ist.

2. Versuche mit Kohlefadenlampen. Diese werden ganz parallel durchgeführt. Zwei luftleere, hintereinandergeschaltete Lampen glühen halb, aber gleich stark, sie haben gleiche Temperatur und daher auch gleichen Widerstand, das Voltmeter zeigt bei jeder Lampe die halbe aufgewendete Spannung an. Ist aber die eine der beiden Lampen luftgefüllt, dann glüht diese wiederum gar nicht oder nur äußerst schwach, das Voltmeter erweist jedoch diesmal, daß die kältere Lampe den größeren Teil der Gesamtspannung verzehrt, daß sie also größeren Widerstand hat als die sonst gleiche, aber glühende Nachbarlampe. — Eine 16-kerzige, luftleere und vollglühende Kohlefadenlampe verbraucht einen Strom von 0,27 Amp., zwei ebensolche, hintereinandergeschaltete Lampen 0,12 Amp., also weniger als die Hälfte. Dies rührt, wie aus

obigem hervorgeht, daher, daß die nur halb glühenden Kohlefaden nicht den doppelten Widerstand haben, sondern etwas mehr. Wählt man aber zwei luftgefüllte Lampen, so zeigen diese 0,09 Amp. an, also noch weniger, weil die Temperatur noch weiter herabgesetzt ist, der Widerstand noch weiter zugenommen hat.

3. Endlich kann man noch hintereinanderschalten:

1. $1\,l\,K - 1\,l\,M$
2. $1\,l\,K - 1\,ll\,M$
3. $1\,ll\,K - 1\,l\,M$
4. $1\,ll\,K - 1\,ll\,M$

Es bedeutet: l = luftgefüllt, ll = luftleer, K = Kohlefaden, M = Metallfaden. Prüft man mit dem Voltmeter die jeweilige Spannungsverteilung, so findet man: Im ersten Fall sind beide Lampen wegen Ableitung der Stromwärme an die Luft dunkel, also auf relativ tiefer Temperatur, die Kohle hat aber den größeren Widerstand, was sich durch den größeren Spannungsbetrag kundgibt, der auf sie entfällt. Im zweiten Fall ist die Kohle kalt, das Metall heiß, beide haben also relativ großen Widerstand, letzteres erhält jedoch mehr Spannung, hat also den größeren Widerstand. Im dritten Fall ist die Kohle heiß, das Metall kalt, beide haben relativ geringen Widerstand, das Metall aber den geringeren von beiden. Im vierten Fall endlich glüht sowohl die Kohle als auch das Metall, das Metall hat aber den größeren Widerstand. Der erste und der vierte Fall sind zweifelsfrei. Im zweiten und dritten Fall könnte ein Widerstandsausgleich eingetreten sein. Wenn trotzdem auch hier eine Widerstandsverschiedenheit zu erkennen ist, so ist dies darauf zurückzuführen, daß beim Metall die spezifisch größeren Temparaturschwankungen auch größere Widerstandsschwankungen, nach beiden Seiten hin, zur Folge haben als bei der Kohle.

Ein Doppelkondensator für flüssige und feste Dielektrika.

Von Prof. **J. Wilip** in Tartu-Dorpat.

Sehr oft bedarf man bei Übungsaufgaben in der praktischen Physik einfacher anschaulicher Kondensatoren, die man sowohl zur Vergleichung von Kapazitäten als auch zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten fester und flüssiger Stoffe verwendet. Die einfachsten Hilfsmittel, die man zuweilen zur Ausführung solcher Aufgaben selbst mit Laboratoriumsmitteln herstellen kann, bestehen aus zwei Metallplatten, deren Entfernung voneinander für Luft und flüssige Dielektrika mit Hilfe dreier kleiner Platten eines festen Dielektrikums von meßbarer Dicke fixiert wird. Für feste Dielektrika gestaltet sich die Aufgabe der Ermittelung von Dielektrizitätskonstanten einfach so, daß man die zu untersuchenden Platten zwischen die Metallscheiben stellt und dann die Kapazitäten vergleicht. Für Flüssigkeiten dagegen muß man die Platten gewöhnlich in ein geräumigeres Reservoir in das zu messende Dielektrikum versenken, um die Vergleichung vornehmen zu können.

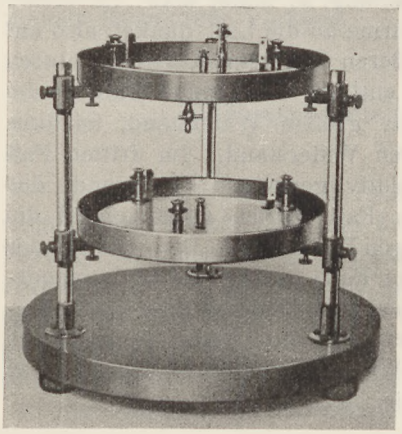
Um nun ähnliche Aufgaben sehr bequem und bisweilen noch für kleine Flüssigkeitsmengen ausführen zu können, erweist sich als sehr vorteilhaft ein Doppelkondensator, der für die meisten derartigen Übungsaufgaben und sogar zur genaueren Untersuchung von Dielektrizitätskonstanten genügt.

Die unteren Platten des Kondensators bilden sehr flache zylindrische Metallschalen von 24 cm Durchmesser und 2,5 cm Höhe, die an drei auf einer hölzernen Grundplatte befestigten Glasstäbchen angeschraubt sind und längs derselben höher und niedriger gestellt werden können. Diese unteren Platten werden oft bei Messungen zur Erde abgeleitet.

Die andere Seite der Kondensatoren bilden zwei Metallscheiben von 0,25 cm Dicke und 20 cm Durchmesser. Diese oberen Platten sind an drei Stellen durchbohrt, durch welche kleine aus Quarz bestehende, mikrometrisch verstellbare Füße führen.

An jedem Fuß ist oben ein in je 50 Teile geteilter Schraubenkopf einer kleinen vertikalen Skala gegenüber angebracht, mit deren Hilfe es möglich ist, die Entfernung der Platten bis auf 0,01 mm genau einzuregulieren und jede gewünschte Dicke der isolierenden Schicht einzustellen. Für Luft und Flüssigkeiten liest man die Werte an den Teilungen direkt ab, wobei die Flüssigkeit in die flache Schale kommt und die obere Platte unter Entfernung von Luftblasen daraufgestellt wird. Die Flüssigkeiten kann man durch einen am unteren Rande des Bodens befindlichen Hahn herauslassen, worauf die Platten abgewischt werden können.

Bei Benutzung eines festen Dielektrikums werden die Füße ganz nach oben geschraubt, so daß die obere Plattenfläche die untere vollständig berührt; darauf kann der feste Körper in Form einer spiegelglatten Platte dazwischen gestellt werden.



Eine Reproduktion einer Aufnahme eines solchen Kondensators zeigt die beigefügte Figur. (Der Durchmesser der hölzernen Grundplatte beträgt 35 cm, die Höhe des Apparates 32 cm.)

Dieser Kondensator hat sich bei allen möglichen elektrostatischen Schulaufgaben sehr gut bewährt und befindet sich bereits mehr als zwei Jahre bei studentischen Übungsaufgaben im Physikalischen Institut der Universität Tartu-Dorpat im Gebrauch.

Um eine Übersicht über die Meßgenauigkeit zu geben, die dieser Doppelkondensator zuläßt, mögen hier einige Angaben aus einer Untersuchung des stud. W. Koern über die Dielektrizitätskonstante des estländischen Brennschieferöles mitgeteilt werden. Es wurden etwa 10 Vergleichungen von Kapazitäten in Luft nach der Brückenmethode mittels Telephon vorgenommen, wobei vor jeder Messung die Plattenentfernungen ganz von neuem eingestellt wurden. Bei $d_1 = 2{,}0$ mm und $d_2 = 0{,}7$ mm ergab sich

$$\frac{C_1}{C_2} = 0{,}3760 \pm 0{,}0003.$$

Ferner wurde nach derselben Methode die Dielektrizitätskonstante des Brennschieferöles bestimmt:

$$\varepsilon = 2{,}841 \pm 0{,}005.$$

Hieraus ersieht man, daß dieser Kondensator zur Ausführung ähnlicher Übungsaufgaben ein sehr passendes Instrument ist und daher sehr wohl auch für andere Bildungsinstitute empfohlen werden kann.

Derselbe wurde nach meinem Vorschlag von dem Feinmechaniker H. Masing in Tartu-Dorpat hergestellt.

Physikalisches Institut der Universität Tartu.

Über linearen, logarithmischen und hyperbolischen Potentialabfall.

Von Prof. Dr. **K. Lichtenecker**, Dozent an der deutschen technischen Hochschule in Prag.

Hier soll auf einige einfache Rechnungen und Versuche hingewiesen werden, die als Beispiel für die Festigung und Vertiefung des Ohmschen Gesetzes im Unterricht dienen können, die aber auch gleichzeitig einen allerersten Einblick in die allgemeinen Probleme der Strömung und ihre Verknüpfung mit der Theorie der konformen Abbildung gestatten.

I. Leiter mit konstantem Querschnitt (Fig. 1a). Leiterstücke gleichen Widerstandes haben gleiche Längen; sie sind daher untereinander kongruent. Der Potentialabfall v ist linear:

$$v = c \cdot x.$$

II. Planparalleler Leiterstreifen mit linear wachsender Breite. Leiterstücke gleichen Widerstandes sind ungleich lang; sie sind alle untereinander ähnlich und ihre Längen bilden eine geometrische Reihe (Fig. 1b).

Ableitung:

1. Aus der Ähnlichkeit der (flächenhaften) Leiterstücke. Es ist, wenn w_s den spezifischen Widerstand pro Quadratzentimeter Fläche bezeichnet

$$w = w_s \cdot \frac{l}{d};$$

allgemein gilt: der elektrische Widerstand eines zweidimensionalen Leiters ändert sich nicht, wenn man die Längsdimension (l) und die Querdimension (d) im gleichen Maßstabe ändert.

2. Aus dem Widerstandszuwachs

$$d\,w = w_s \cdot \frac{dx}{y};$$

somit der Gesamtwiderstand (vergleiche Fig. 2)

$$w = \frac{w_s}{\operatorname{tg}\alpha} \int_1^x \frac{dx}{x} = \frac{w_s}{\operatorname{tg}\alpha} \lg x.$$

Der Potentialabfall, der dem Gesamtwiderstand proportional geht, ist daher gleichfalls logarithmisch:

$$v = c \cdot \lg x.$$

3. Durch den Versuch: am besten Drehstrom des städtischen Netzes an die beiden Enden des keilförmigen Leiterstreifens anlegen, das Gefälle entlang dem Leiterstreifen mit Quadrantenelektrometer in idiostatischer Nadelschaltung prüfen, Kurve des Spannungsgefälles nach Fig. 1b aufnehmen.

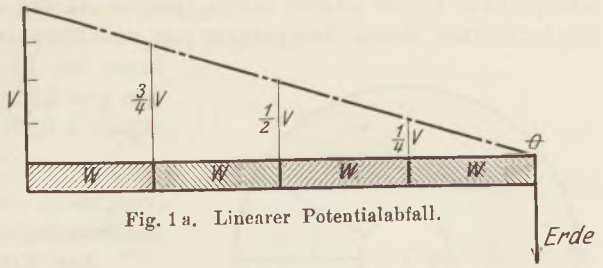


Fig. 1a. Linearer Potentialabfall.

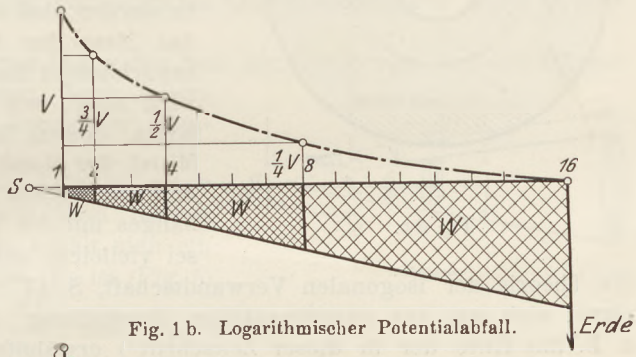


Fig. 1b. Logarithmischer Potentialabfall.

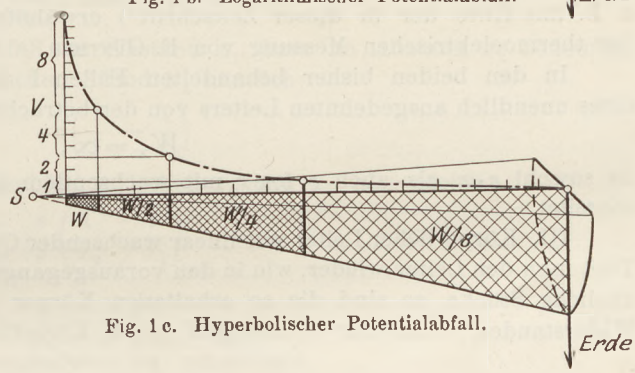


Fig. 1c. Hyperbolischer Potentialabfall.

Von Bedeutung für allgemeinere Probleme ist die Frage: Wie ist ein gegebener keilförmiger Leiterstreifen in zwei Teile gleichen Widerstandes zu teilen? Die Lösung,

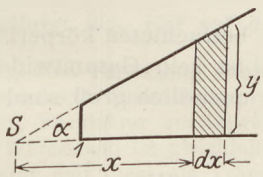


Fig. 2.

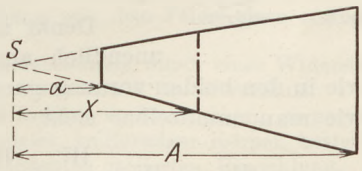


Fig. 3a.

die man gleichfalls rechnerisch und experimentell finden kann, lautet: sind a und A die Abstände der Begrenzungskanten vom Flankenschnittpunkt S, so ist der Abstand X des gesuchten Schnittes vom Punkt S gleich dem geometrischen Mittel der beiden Abstände a und A (Fig. 3a).

$$X = \sqrt[2]{a \cdot A}.$$

Das gleiche Problem tritt bei der Wärmeleitung durch eine Kreisscheibe (Kreiszylinder, Strömung normal zur Achse) auf. Wird der innere Rand (Radius a) auf der Temperatur t, der äußere Rand (Radius A) auf der Temperatur T gehalten, so liegt die Isotherme, deren Temperatur das arithmetische Mittel der beiden Randtemperaturen ist, in einem Abstand X vom Mittelpunkt, der gleich dem geometrischen Mittel der Abstände a und A ist. Es ist also auch hier wieder

$$X = \sqrt{a \cdot A}$$

(vergleiche hierzu das in Fig. 3 b dargestellte Zahlenbeispiel).

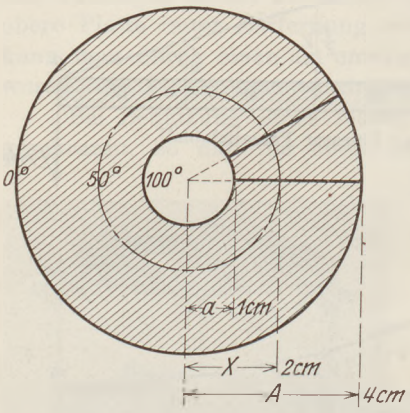


Fig. 3 b.

Zur Erklärung braucht nur daran erinnert zu werden, daß die Stromlinien gegeben sind durch das Netz der Halbmesser. Ein zwischen zwei benachbarten Radien eingeschlossener Stromfaden wird aber, wie wir gesehen haben, durch den Kreis, dessen Radius gleich dem geometrischen Mittel der Rand-Radien ist, in zwei geometrisch ähnliche Stücke zerlegt. Wegen des Zusammenhanges mit der Theorie der konformen Abbildung sei vielleicht auf H. HOLTZMÜLLER, Einführung in die Theorie der isogonalen Verwandtschaft, S. 47 verwiesen. Auch dieses Problem eignet sich gut zur experimentellen Bearbeitung, insbesondere auch bei Übungen, z. B. mit Hilfe der in dieser Zeitschrift[1]) erwähnten unterrichtstechnischen Methode der thermoelektrischen Messung von E. GÜNTHER.

In den beiden bisher behandelten Fällen I und II ist der Gesamtwiderstand eines unendlich ausgedehnten Leiters von der betrachteten Gestalt stets unendlich groß:

$$W_\infty = \infty,$$

da sowohl $c \cdot x$ als auch $c \cdot \log x$ mit wachsendem x jeden vorgegebenen Wert überschreitet.

III. Körperlicher Leiter mit linear wachsender Querausdehnung (Konus, Pyramide). Teilt man den Leiter wieder, wie in den vorausgegangenen beiden Fällen, in geometrisch ähnliche Stücke, so sind die so erhaltenen Körper jetzt nicht mehr Stücke gleichen Widerstandes, denn der Widerstand eines körperlichen Leiters nimmt bei gleichbleibender geometrischer Gestalt linear mit wachsender Kantenlänge ab. Ist in Fig. 1 c der Widerstand des ersten Körperstückes W, so ist der Widerstand des zweiten, das doppelte Längenausdehnung hat, gleich $\frac{W}{2}$, der des dritten $\frac{W}{4}$, der des vierten $\frac{W}{8}$ usf.

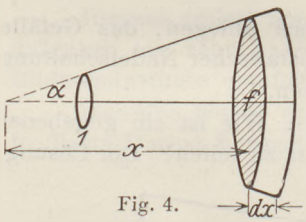


Fig. 4.

Denkt man sich den betrachteten körperlichen Leiter unendlich ausgedehnt, so ist sein Gesamtwiderstand W_∞ nicht mehr wie in den beiden vorausgegangenen Fällen unendlich groß, sondern endlich, und zwar, wie man unmittelbar sieht,

$$W_\infty = W + \frac{W}{2} + \frac{W}{4} + \frac{W}{8} + \ldots = 2\,W.$$

Durch jeden der geführten Schnitte wird also der unendlich ausgedehnte Stumpf in zwei Teile von gleich großem Widerstand geteilt.

Daraus kann man, wie in Fig. 1 c geschehen, den Potentialabfall konstruieren. Er ist, wie man sieht, noch steiler als der logarithmische Potentialabfall des zwei-

[1]) 38. Jahrg., S. 166 a; 1925.

dimensionalen keilförmigen Leiters. In Übereinstimmung damit zeigt die Rechnung für den Zuwachs des Widerstandes (vgl. Fig. 4)

$$dw = w_s \frac{dx}{f} = w_s \cdot \frac{dx}{\operatorname{tg}^2 \alpha \, x^2 \pi}$$

$$w = \frac{w_s}{\pi \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha} \int_1^x \frac{dx}{x^2} = \frac{w_s}{\pi \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot \left(1 - \frac{1}{x}\right),$$

und daher ist auch der mit dem Widerstand proportional gehende Spannungsabfall

$$v = c\left(1 - \frac{1}{x}\right),$$

d. h. der räumliche Leiter mit linear zunehmenden Querausdehnungen zeigt hyperbolischen Potentialabfall [1]).

Damit ist auch auf elementarem Wege das Netz der Isothermen und die Wärmeströmung in der Hohlkugel gefunden, deren innere und äußere Kugeloberfläche auf konstanter Temperatur gehalten werden.

Stellt man sich schließlich die Aufgabe, einen gegebenen kegelförmigen Leiter in zwei Körper gleichen Widerstandes zu teilen, so erhält man ein besonders schönes einfaches Resultat. Es ist (Fig. 5)

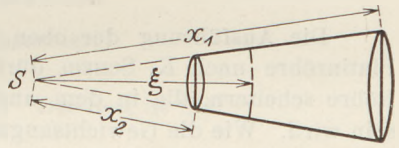


Fig. 5.

$$v_1 = c\left(1 - \frac{1}{x_1}\right) \quad \text{und} \quad v_2 = c\left(1 - \frac{1}{x_2}\right),$$

wenn v_1 und v_2 den Spannungsabfall im Abstand x_1, bzw. im Abstand x_2 bedeuten. Soll nun der Spannungsabfall zwischen ξ und x_1 nämlich

$$c\left(\frac{1}{\xi} - \frac{1}{x_1}\right)$$

gleich sein dem halben Spannungsabfall zwischen x_2 und x_1, also gleich

$$\frac{c}{2}\left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}\right),$$

so folgt aus

$$\frac{1}{\xi} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}\right)$$

unmittelbar

$$\frac{1}{\xi} = \frac{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2}}{2} \quad \text{oder} \quad \xi = \frac{2 x_1 x_2}{x_1 + x_2},$$

d. h. der gesuchte Schnitt geht durch das harmonische Mittel der Abstände, gemessen von der Spitze S [2]).

[1]) Es erübrigt sich, hier auf den Zusammenhang mit dem Felde einer statischen Ladung hinzuweisen.

[2]) Eine gewisse Ergänzung erfährt obige Zusammenstellung durch einen Widerstand, der sich bei einer Meßbrücke für Blitzableiterprüfungen der Fa. Hartmann & Braun vorfindet. Dieselbe wurde von R. STÖSSEL, Fachlehrer am Gewerbe Förderungs-Institut zu Reichenberg, angegeben (D.R.P.).

Dieser Widerstand ist gleichfalls ein planparalleler, keilförmiger Körper, besteht jedoch aus einem Nichtleiter und dient als Träger einer aequidistanten isolierten Bewicklung. Längs einer Kante des keilförmigen Trägers ist die isolierende Drahthülle in bekannter Weise abgeschliffen, um mittels eines Schleifkontaktes beliebige Widerstände einschalten zu können. Bei dieser Anordnung ist der Gesamtwiderstand der jeweils eingeschalteten Gesamtdrahtlänge, somit der eingeschalteten bewickelten Fläche, proportional:

$$w = c \cdot x^2,$$

wenn x wieder den Abstand von der Spitze darstellt. Dieser Widerstandskörper weist somit parabolischen Potentialabfall auf, und die Stelle des mittleren Potentials ist gegeben durch das arithmetische Mittel aus den Quadraten der Abstände von der Spitze.

Zusammenfassend zeigen die im vorstehenden kurz wiedergegebenen elementaren Rechnungen und Versuche: je nachdem der Leiter (1) konstanten Querschnitt hat, (2) in einer, (3) in zwei Querdimensionen linear zunimmt, liegt die Fläche des mittleren Potentials im (1) arithmetischen, (2) geometrischen, (3) harmonischen Mittel der Abstände von der Spitze (Anfang) des Leiters. Man sieht, wie entsprechend der Beziehung

$$M_a > M_g > M_h$$

die Aequipotentialflächen (Isothermen) sich um so dichter im Gebiet der kleineren Querschnitte zusammendrängen, je „divergenter" die Gestalt des betrachteten Leiters ist.

(Aus einer in Vorbereitung befindlichen Aufsatzsammlung von Erich Günther und Karl Lichtenecker: „Aus dem Forschungsunterricht".)

Die Wärmespaltung von Karbonaten im Reagenzglase als Schülerversuche.

Von L. Doermer in Hamburg.

Die Ausführung der oben beschriebenen Versuche von P. Rischbieth[1]) mit der Platinröhre nach K. Scheid dürfte an den meisten Schulen am Fehlen einer solchen Röhre scheitern, die in dem angegebenen Gewicht unter 100 Mk. kaum zu erwerben sein wird. Wie die Gewichtsangaben Rischbieths zeigen — es wird die vierte Dezimale angegeben — sind die Versuche keine Schülerversuche in dem Sinne, daß eine ganze Klasse gleichzeitig auf 4 bis 10 Wagen arbeiten kann, denn chemische Wagen, mit denen die vierte Dezimale noch bestimmt wird, hat wohl kaum eine höhere Schule in mehreren Exemplaren. Daher möchte ich aus der Praxis meines Unterrichts mitteilen, wie diese Schwierigkeiten an weniger gut dotierten Schulen überwunden werden können.

Mit der 100 ccm Gasbürette lasse ich nur solche Gasmessungen ausführen, die nicht mit Wägungen verknüpft sind. Überall dagegen, wo in den chemischen Schülerübungen Gasmessungen und Wägungen in Frage kommen, verwende ich eine Meßspritzflasche (Arendt-Doermer, Technik der Experimentalchemie. 5. Aufl., S. 132 u. 134) und wäge auf der Handwage. Bei leicht löslichen Gasen überschichte man das Sperrwasser mit $^1/_2$ bis 1 cm hoher Schicht Paraffinöl oder Petroleum. Für die Gasmengen bis 100 ccm reicht die Empfindlichkeit der Handwage 1 cg ($^1/_2$ cg geschätzt) nicht aus.

Ohne Platinröhre muß man beim Calciumkarbonat auf die quantitative Feststellung der abgespaltenen Kohlendioxydmenge verzichten. Man glüht daher in der herkömmlichen Weise etwa $^1/_2$ bis 1 g gefällte Kreide oder fein pulverisierten Marmor im Porzellantiegel vor dem Gebläse, oder im Platintiegel, wenn man ihn besitzt, bis zur Gewichtskonstanz, mindestens eine halbe Stunde. Daneben führt eine zweite Schülergruppe denselben Versuch mit 2 g Calciumkarbonat im dickwandigen Reagenzglase aus (Erhitzen mit Mekerbrenner, Auffangen, Messen und Prüfen des Gases in der Meßspritzflasche, Zurückwägen, Rückstand mit Wasser übergießen, Kalkwasser! dann mit HCl übergießen) und zeigt, daß nur 30 bis 60 % des theoretischen oder des im Porzellantiegel abgespaltenen CO_2 abgegeben werden. Die Natriumbikarbonatzersetzung gelingt in der gleichen Weise vollständig im Reagenzglase aus Jenaer Glas nach Scheid, Vorbereitungsbuch (Reagenzglas horizontal einspannen).

Bei der Dissoziation des Siegerländer Eisenspats im dickwandigen Jenaer Reagenzglas hatte ich vor etwa $1^1/_2$ Jahren gefunden, daß zwar die Gasmenge mit der Theorie gut übereinstimmte, der Glührückstand aber stets ein höheres Gewicht aufwies, als dem FeO zugekommen wäre. Meine Vermutung, daß das Eisen(II)oxyd das Kohlendioxyd zu Kohlenoxyd reduzierte, fand ich denn auch bestätigt. — Wie eine derartige Beobachtung für den chemischen Arbeitsunterricht ausgewertet werden kann, mögen die Ergebnisse der Untersuchungen am Siegerländer Eisenspat zeigen, die ich den Oberprimaner

[1]) Siehe das vorliegende Heft, S. 112.

unserer Anstalt, Schetelig, in einer für die Reifeprüfung, anfangs Januar dieses Jahres, abgelieferten offiziellen Vorarbeit in unserem Chemie-Sonderkursus ausführen ließ. Die Untersuchungen zeigen eine vorzügliche Übereinstimmung mit den oben mitgeteilten Beobachtungen von RISCHBIETH. Den Primaner habe ich die ganze Entdeckerfreude, soweit als möglich, noch einmal erleben lassen. Seine Ergebnisse teile ich hier im Wortlaut seiner Arbeit mit:

„Schlußfolgerung: Demnach ist die bisher überall für die Zersetzung von Eisenkarbonat angenommene Gleichung

$$Fe\,CO_3 \rightarrow Fe\,O + CO_2$$

falsch. Durch mehrfache genaue Analyen ist eindeutig bewiesen, daß neben Eisen(II)-oxyd und Kohlendioxyd auch Eisen(III)oxyd und Kohlenmonoxyd entstehen".

Die Analysenergebnisse des Schülers sind nach der Arbeit:

$Fe\,CO_3$	Glührückstand	Gasvolumen
2 g	1,28 g	436 ccm
2 g	1,23 g	425 ccm

Von 100 ccm Gas sind in der KOH-Pipette absorbiert:

1. 76,2%	4. 71,8%	
2. 78,9%	5. 71,6%	Der Rest ist CO.
3. 78,8%	6. 71,9%	

„In der Tat konnte ich ohne Schwierigkeiten das Gas beim Austritt aus der Bürette (nach der Absorption des CO_2) entzünden, welches restlos mit blauer Kohlenoxydflamme abbrannte. Noch einwandfreier weist man das Kohlenoxyd spektralanalytisch nach". Es folgt jetzt der spektroskopische Nachweis mit Blut.

Bei der Titration mit Kaliumpermanganat wurde gefunden:

„Der Glührückstand des Spateisensteins enthält

33,5%	$Fe^{\cdot\cdot}$
29,2%	$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$
Gesamteisen 62,7%	Fe

Die qualitative Analyse des Spateisensteins ergibt, daß dieser an Metallen außer der Hauptmasse des Eisens noch geringe Spuren von Aluminium und Mangan enthält".

Zwei Versuchsergebnisse aus den normalen Schülerübungen mögen noch zeigen, wieweit die Genauigkeit bei den Wägungen mit der Handwage und den Messungen mit der Meßspritzflasche reicht:

$FeCO_3$	Glührückstand	reduz. Gasvolumen	ber. Gasvolumen
1. 3 g	gew. 1,915 g ber. 1,86 g	594 ccm	580 ccm
2. 2 g	gew. 1,30 g ber. 1,24 g	392 ccm	387 ccm

Bei einem Litergewicht des CO_2 von 1,977 g kommen

nach 1. auf 44 g CO_2 — 69,7 FeO oder 53,7 Fe; Äquivalent 26,85
nach 2. auf 44 g CO_2 — 70,3 FeO oder 54,3 Fe; Äquivalent 27,15.

Für die Praxis.

Die häufigsten Lichtschaltungen, dargestellt in einfachen Modellen. Von **Rud. Dautzenberg** in Leipzig.

Technische Dinge, die uns täglich auf Schritt und Tritt begegnen, werden — oft sogar auch dem Gebildeten — so zur Gewohnheit, daß sie meist ohne jedes Nachdenken einfach als gegeben hingenommen werden. Dazu gehört auch das elektrische Licht. Es wäre schlimm, wenn jeder, der es benutzt, in jeder Hinsicht über seine Funktion Bescheid wissen müßte. Es wäre aber umgekehrt auch gut, wenn

der Durchschnitt mehr Bescheid wüßte, dann würde man nicht so vielem Unzweckmäßigen begegnen.

Die Unterrichtsarbeit befaßt sich in der Regel gründlich mit den Arten der Lampen, mit Lichtbogen, Glühwirkung und Widerstand usw. Aber an dem Problem des Stromweges geht sie häufig flüchtig vorbei, und gerade dieses bietet eine Fülle von Anregungen für die Denkkraft der Schüler.

Man gebe reiferen Schülern oder gebildeten Erwachsenen, die nicht Techniker oder Physiker sind, folgende Aufgabe: „Eine Lampe soll von zwei Stellen aus schaltbar sein, an jeder von beiden Stellen soll man jederzeit ein- und ausschalten können. Wie muß der Stromweg beschaffen sein?“ Der Versuch wird zeigen, daß den meisten die richtige Lösung längeres Kopfzerbrechen verursacht. Viele — meist die, welche zuerst fertig sind, lösen die Aufgabe, wie Fig. 1 zeigt, wobei die Lampe wohl an zwei Stellen schaltbar ist, aber stets am gleichen Schalter auch wieder ausgeschaltet werden muß.

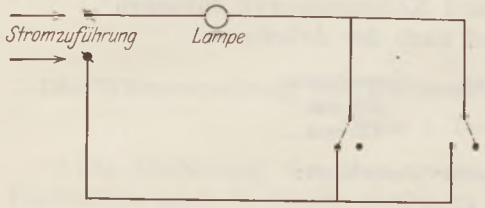


Fig. 1.
Häufigste falsche Lösung einer einfachen Aufgabe.

Im Unterricht wäre es nun zwar das Ideale, seine Schüler in gleicher Weise vor die verschiedenen Probleme des Stromweges zu stellen und die Lösung von ihnen suchen und ausprobieren zu lassen, aber das wird in den meisten Fällen aus Zeitmangel nicht möglich sein. Der Verfasser hat in seiner Praxis gefunden, daß durch eine Aufgabe, wie die obige, das Interesse der Schüler so geweckt ist, daß man ihnen im übrigen die Lösungen gleich geben kann. Er hat sich eine Anzahl Modelle geschaffen, die die verschiedenen Lichtschaltungen in einfachster Linienführung darstellen. Als Lampen dienen Taschenlampenbirnen; das hat neben der Billigkeit den Vorteil, daß, wo keine besonderen Einrichtungen vorhanden sind, ein zweizelliger Akkumulator oder eine Taschenlampenbatterie als Stromquelle dienen kann. Weiterhin lassen sich infolge der benutzten schwachen Ströme die Schalter als einfache Hebelschalter aus leichtem Messingband anfertigen, so daß der nachschaffenden Tätigkeit der Schüler daheim oder im Werkunterricht ein durchaus erreichbares Vorbild gegeben wird. Die Modelle sind in solcher Zahl vorhanden, daß einer Arbeitsgruppe von 2 bis 4 Schülern je eins zur Verfügung steht.

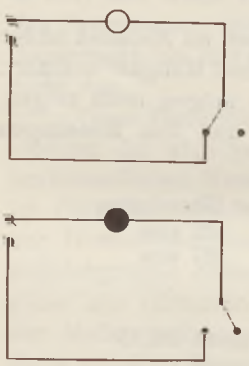


Fig 2. Einfache Brennstelle mit Ausschalter.

Im folgenden seien die häufigsten Glühlampenschaltungen kurz angeführt. Die beigegebenen Skizzen entsprechen der in den Modellen gewählten einfachen Leitungsführung. Jedes Modell ist in den verschiedenen möglichen Schalterstellungen dargestellt. Die punktierten Linien bedeuten die Schalthebel, ein heller Kreis eine brennende, ein schwarzer Kreis eine dunkle Lampe. Die durchstrichenen Punkte sind die Stromzuführungsklemmen.

I. Einfache Brennstelle mit Ausschalter. Eine Lampe soll von einer Stelle aus ein- und ausschaltbar sein. Dieses Problem ist in seiner Einfachheit wohl jedem Schüler ohne weiteres klar. Es ist der Vollständigkeit halber in Fig. 2 dargestellt.

II. Wechselschaltung. Eine Lampe soll von zwei Stellen aus selbständig aus- und einschaltbar sein. Fig. 3 zeigt die erforderliche Schaltung. Ein Pol geht zur Lampe, der andere zu einem Schalter. Vom anderen Schalter geht ebenfalls ein Verbindungsdraht zur Lampe. Charakteristisch für diese Schaltung ist die Verbindung der beiden Schalter durch die beiden wagerecht gezeichneten Drähte. Sind beide Schalter auf denselben Draht geschaltet, so ist der Stromkreis geschlossen, sind sie auf verschiedene Drähte geschaltet, so ist er geöffnet. Die möglichen Stellungen zeigt die Abbildung.

III. Umgekehrte Wechselschaltung. Das Problem ist dasselbe wie bei II; jedoch ist es von der entgegengesetzten Seite her gelöst. Die Stromzuführung erfolgt hier durch die beiden Verbindungsdrähte der Schalter; oder vom Standpunkte des Installateurs aus: Die beiden stromführenden Drähte übernehmen gleichzeitig die Rolle der Verbindungsdrähte. Praktisch wird das von Bedeutung, wenn die beiden Schalter in größerer Entfernung voneinander angebracht werden sollen und die stromführenden Drähte ohnehin in gleicher Richtung weitergeführt werden müssen; dann ist es möglich,

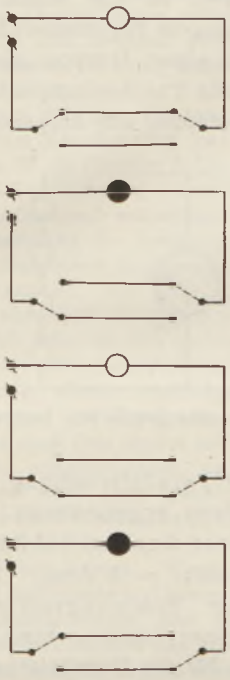


Fig. 3.
Einfache Wechselschaltung.

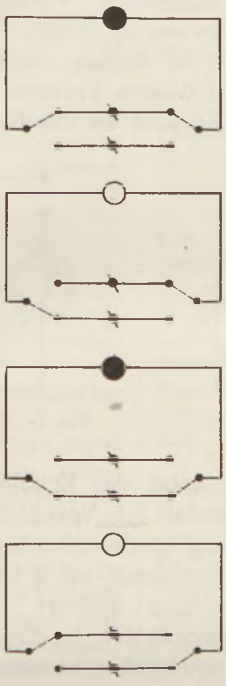


Fig. 4.
Umgekehrte Wechselschaltung.

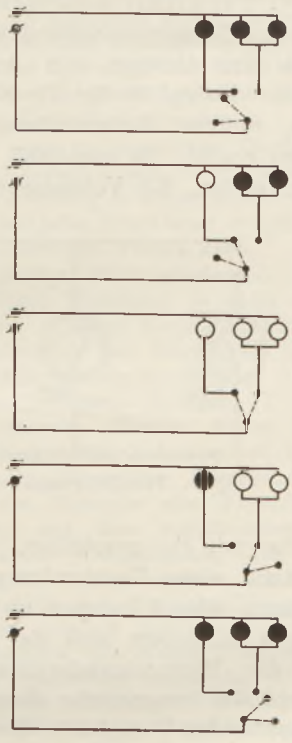


Fig. 5.
Serienschaltung.

der vorigen Schaltung gegenüber bei der installateurmäßigen Leitungsführung einen Draht zu sparen. Fig. 4 zeigt die Schaltung in absichtlicher Gegenüberstellung und möglichster Angleichung an die vorige Schaltung. Bemerkenswert ist, daß bei gleicher Schalterstellung im Vergleich zur vorigen Schaltung hier gerade das Gegenteil erfolgt. Sind nämlich beide Schalter auf denselben Verbindungsdraht eingestellt, so ist die Lampe entweder zweimal negativ oder zweimal positiv verbunden, sie brennt also nicht; sind dagegen die Schalter auf verschiedene Verbindungsdrähte eingestellt, so ist die Lampe positiv und negativ verbunden und brennt. — Trotz der eventuellen Ersparnis eines Drahtes wird die umgekehrte Wechselschaltung seltener angewandt. Bei der Schaltbewegung wird der Verbindungskörper des Schalters (im Beispiel der Schalthebel) von einem stromführenden Draht zum andern bewegt; das führt — besonders beim Ausschalten — zur Bildung kräftiger Abreißfunken. Durch diese Abreißfunken kann — bei Verwendung geringwertiger Schalter — ein momentaner Kurzschluß eintreten, der die Sicherungen augenblicklich zerstört. Das gleiche kann bei gleichzeitiger Betätigung beider Schalter geschehen. In Fachkreisen hat diese Schaltung daher den Spitznamen „Kurzschlußschaltung“ erhalten.

IV. Serienschaltung. Zwei Lampen — oder Gruppen von solchen — sollen von einem Schalter aus abwechselnd einzeln oder zusammen betätigt werden. Zunächst sind — wie Fig. 5 zeigt — alle Lampen mit dem einen Pol verbunden. Der Schalt-

hebel muß hier, um die Schaltung noch mit einfachem Hebelschalter darstellen zu können, als fester Winkelhebel oder als Kreissektor ausgebildet werden. Er sorgt — wie die Abbildung zeigt — dafür, daß der andere Pol den Lampen abwechselnd zugeführt wird. Diese Schaltung gehört als notwendige Voraussetzung zu den üblichen Zimmerbeleuchtungskörpern, bei denen eine sogen. Deckenbeleuchtung und eine Hauptlampe vorgesehen ist. Der Monteur nennt sie daher auch „Lüsterschaltung".

V. Parallel- und Hintereinanderschaltung von Lampen. In den vorstehenden Lampenschaltungen kann selbstverständlich an Stelle jeder einzelnen Lampe eine Gruppe von solchen eingesetzt werden (soweit es die Stromquelle erlaubt). Instruktiv für die Schüler ist es, an einem regulierbaren Stromanschluß zu zeigen, welcher Stromverbrauch sich in beiden Fällen bei einer Gruppe gleicher Lampen ergibt. Es empfiehlt sich, zu diesem Versuch ebenfalls Taschenlampenbirnen zu verwenden. Ein Voltmesser wird parallel zu der Lampengruppe, ein Amperemeter

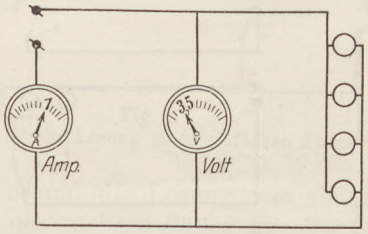


Fig. 6. Parallel geschaltete Lampen.

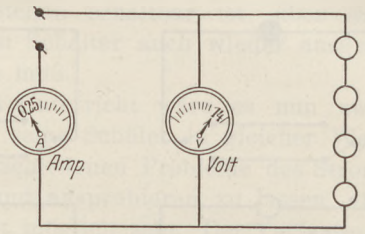


Fig. 7. Hintereinander geschaltete Lampen.

in Reihe mit ihr geschaltet. Fig. 6 zeigt das Ergebnis bei Parallelschaltung. (Als Verbrauch einer Taschenlampenbirne ist 3,5 Volt × 0,25 Amp. angenommen.) Der Verbrauch aller 4 Lampen an Spannung stellt sich wie der einer einzigen auf 3,5 Volt. Dagegen summiert sich der Stromverbrauch zu 4 × 0,25 Amp. = 1 Amp. Fig. 7 zeigt die Hintereinanderschaltung. Hier addiert sich der Spannungsverbrauch, während die Stromstärke dieselbe bleibt wie beim Brennen einer Lampe. Sind keine entsprechenden Vorschaltwiderstände vorhanden, so wählt man für die Parallelschaltung Lampen, die für die Netzspannung gebaut sind, für die Hintereinanderschaltung sog. Serienlampen, das sind Lampen von gleicher Stärke des Glühdrahtes, deren Spannungsbedarf in der Summe die Netzspannung ergibt. Eine handelsübliche Serie für 224 V (220 V) besteht z. B. aus 16 Lampen für je 14 Volt.

Drehschalter. Haben sich die Schüler mit dem Stromlauf an den einfachen Schaltmodellen vertraut gemacht, so kann man sie veranlassen, gruppenweise solche Schaltungen in einer Übungsstunde aus ihren einzelnen Bestandteilen zusammenzufügen. Man kann hierbei auch zu den bei den üblichen Lichtschaltungen verwendeten Drehschaltern übergehen. Da diese für den Schüler aber meist nicht recht übersichtlich gebaut sind, hat sich der Verfasser Drehschalter geschaffen, die unter Wahrung der Stromführungsart der handelsüblichen Schalter durch größere Ausführung und deutlich sichtbare Anordnung der stromführenden Teile einen sofortigen leichten Überblick gestatten[1]).

Modelle für Netzstrom. Während sich für die Schülerübungen empfiehlt, mit Taschenlampenbirnen und 4 Volt Akkumulatoren- oder Schalttafelstrom zu arbeiten, ist es für Demonstrationszwecke ratsam, dieselben Schaltungen aus üblichem Installationsmaterial, jedoch in der gleichen übersichtlichen Leitungsführung, auf je einem Grundbrett zusammenzustellen.

[1]) Diese Schalter, sowie die sämtlichen angeführten Schaltungsmodelle baut und liefert nach den Angaben des Verfassers die bekannte Firma Fritz Kohl, Leipzig, Brüderstr. 3.

Berichte.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Kant als Naturforscher.

Das allgemeine Interesse für Kants Philosophische Forschungen und Ergebnisse hat durch das Kantjubiläum von 1924 (Kant geb. 22. April 1724) eine besondere Verstärkung erfahren; eine Reihe von Kantbiographien und Würdigungen Kantischer Gedankenzusammenhänge sind erschienen, Darstellungen, die mehr oder weniger eingehend zum weitaus größten Teil die rein philosophische Leistung Kants zum Gegenstande haben.

ERICH ADICKES, ein besonders eifriger und glücklicher Kantforscher, hat im Jubiläumsjahr 1924 bei W. de Gruyter & Co., Berlin, den ersten Band (XX; 378 Seiten) seines Werkes über „Kant als Naturforscher" erscheinen lassen, das eine Gesamtdarstellung der Leistungen Kants auf naturwissenschaftlichem und naturphilosophischem Gebiet verspricht. Ein Jahr später erschien der zweite abschließende Band (VIII, 494 Seiten). Soviel ich sehe, ist das vorliegende zweibändige Werk die erste, jedenfalls umfassendste Gesamtdarstellung dieses Spezialgebietes Kantischer Forschungen und Ergebnisse.

Man muß dem Autor lebhaften Dank sagen für diese ausgezeichnete, umfangreiche, gründliche und wohl auch erschöpfende Arbeit, die Kant der naturwissenschaftlich eingestellten Welt aufs neue erschließt und ihn der Gegenwart um vieles näher bringt. Wenngleich ADICKES im Vorwort und immer und immer wieder im Verlaufe seiner Ausführungen und Begründungen ausdrücklich betont, daß das Wort „Naturforscher", auf Kant bezogen, in dem früheren weiteren Sinn zu verstehen ist, „bei dem man nicht unwillkürlich auch an experimentelle Betätigung und nicht einmal immer an Detailforschung dachte", so überzeugt er gleichwohl davon, daß Kant einerseits im Rahmen seiner Zeitgenossen und belichtet von den damaligen Zeitströmungen in vielen Beziehungen Neues, Zusammenfassendes, Induktivgeschautes der wissenschaftlichen Welt zu sagen hatte, andererseits, daß wir auch heute noch nicht über alle Forschungsergebnisse Kants zur Tagesordnung übergehen können, sondern in ihm einen naturphilosophisch eingestellten Forscher erkennen, der Zusammenhänge geschaut hat, die die exakte Forschung — allerdings meist auf anderem als dem Kant eigentümlichen Wege — heute als richtig, mindestens als wahrscheinlich erwiesen hat. Und so übertreibt ADICKES denn keineswegs, wenn er im Vorwort bereits hinweist auf die sich widersprechenden und gegensätzlichen Urteile über Kant als Naturforscher und als leitenden Gedanken für sein ganzes Unternehmen ausspricht: „Ich habe es mir deshalb besonders angelegen sein lassen, hier (bei der objektiven Beurteilung der Leistungen Kants auf naturwissenschaftlichem und naturphilosophischem Gebiet) volle Klarheit zu schaffen und nachzuweisen, daß Kant seiner ganzen Geistesart nach zum Typus der abstrakten, philosophischen Denker, nicht zum naturwissenschaftlichen Typus gehört." Er fährt dann fort: „Ich lege auf diese Untersuchungen besonderen Wert, weil sie uns einen tiefen Einblick in das Wesen eines der größten wissenschaftlichen Genies gewähren, und nur auf Grund solcher individualpsychologischen Studien kann die Einsicht in das Wesen des Genies überhaupt und damit in eines der größten und zugleich geheimnisvollsten Phänomene der Menschheit erwachsen."

An Hand eines umfangreichen Quellenmaterials löst ADICKES die Aufgabe, die er sich gestellt. Überall gibt er sorgfältig zu seinen Ausführungen die Belege, so daß jedes Urteil einer eingehenden Nachprüfung unterzogen werden kann.

Das zweibändige Werk gliedert sich nach einer ausführlichen Einleitung in sechs große Hauptabschnitte: I. Kants Erstlingsschrift über die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte. II. Die dynamische Theorie der Materie. III. Die Lehre von der Bewegung (1. Band). IV. Allgemeine Äthertheorie: Wärme, Feuer, Licht Magnetismus, Elektrizität, Kohäsion und Aggregatzustände. V. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes, nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt. VI. Naturgeschichte der Erde und physische Geographie. Es folgen dann noch 2 Anhänge, die Kants Geschichtsphilosophie und Kants Teleologie in der Kritik der Urteilskraft behandeln. Die Zusammenfassung der Hauptergebnisse bildet den Schluß der zwei Bände starken Untersuchungen. —

Die Inhaltsangabe läßt die ganz gewiß notwendige, mindestens praktisch notwendige systematische Anordnung des dem Behandlungsablauf zugrundeliegenden Verfahrens erkennen. Die sich aus diesem Prinzip ergebenden, zwangsläufigen Wiederholungen einzelner Gedanken in der für den Zusammenhang erforderlichen Beleuchtung stören den Leser nicht, da wohl nur ganz selten angenommen werden darf, daß jemand uno tenore das Werk durcharbeitet.

Die Lektüre der einzelnen Kapitel setzt die genaue Kenntnis der einschlägigen Schriften Kants nebst ihrer chronologischen Entstehung als bekannt voraus. Es ist deshalb sicher nützlich, sich von der Chronologie der Hauptschriften Kants (geb. 22. IV. 1724, gest. 12. II. 1804) ein Bild zu machen, soweit sie sich auf naturwissenschaftliche Gegenstände beziehen oder den Teil der Philosophie Kants widerspiegeln, der für die Methode der Naturforschung und für die Entwicklung der physikalischen Weltanschauung bedeutsam ist.

Das Hauptwerk Kants, die „Kritik der reinen Vernunft", die um 1780 erschienen ist, bildet mit seinem Erscheinungsjahr den entscheidenden Termin für die Wertung Kantischen Schrifttums, so daß gewohnheitsgemäß Kants Schriften aus der vorkritischen Zeit (1740—1780) von

denen der kritischen Zeit (1780—1800) unterschieden werden. Aus den naturwissenschaftlichen Schriften der vorkritischen Zeit seien folgende 3 Gruppen angeführt: I. Die Abhandlungen vor der Habilitation: 1. Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurteilung der Beweise, deren sich Herr von Leibniz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedient haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen. Königsberg 1746. — 2. Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechslung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderungen erlitten habe. Königsberg 1754. — 3. Die Frage, ob die Erde veralte, physikalisch erwogen. Königsberg 1754. — 4. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes, nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755. — II. Die drei Habilitationsschriften Kants: 1. Meditationum quarundam de igne succincta delineatio (Über das Feuer). — 2. Principiorum primorum cognitionis metaphysicae nova dilucidatio (Über die Prinzipien der metaphysischen Erkenntnis). — 3. Metaphysicae cum geometria junctae usus in philosophia naturali, cuius specimen I continet monadologiam physicam (Über die physische Monadologie). — Alle drei Abhandlungen stammen aus dem Jahre 1755. — III. Schriften geologischen, geophysischen und naturphilosophischen Inhalts: 1. Kleine Abhandlungen über Erdbeben und Winde. — 2. Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe und der damit verknüpften Folgerungen in den ersten Gründen der Naturwissenschaft. Königsberg 1758. — 3. De mundi sensibilis atque intellegibilis forma et principiis. Regiomontani 1770. — (Inauguraldissertation. — 1770 wurde Kant ordentlicher Professor der Logik und Metaphysik an der Universität Königsberg). — Aus der Schriftenreihe der kritischen Zeit seien wiederum 3 Gruppen genannt: I. Philosophische und Metaphysische Werke: 1. Kritik der reinen Vernunft. Riga 1781. — 2. Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können. Riga 1783. — 3. Grundlegung der Metaphysik der Sitten. Riga 1785. — 4. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Riga 1786. — 5. Kritik der praktischen Vernunft. Riga 1788. — 6. Kritik der Urteilskraft. Berlin 1790. — II. Kosmologische Schriften: 1. Über die Vulkane im Monde. Berlin 1785. — 2. Etwas über den Einfluß des Mondes auf die Witterung. Berlin 1794. — III. Nicht von Kant herausgegeben: 1. Kants Logik. 2. Kants physische Geographie. —

Die Aufzählung ist nicht vollständig, aber sie läßt deutlich erkennen, daß die weitaus größere Anzahl der sich mit naturwissenschaftlichen Fragen und Forschungen befassenden Schriften der vorkritischen Periode angehört. In unmittelbarem Zusammenhange mit dem Hauptwerke Kants, der „Kritik der reinen Vernunft" steht die Abhandlung über „Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft". — Soviel zur allgemeinen Orientierung.

ADICKES schickt seinen Abhandlungen eine umfangreiche einführende Einleitung (64 Seiten) voraus, die besonders lehrreich uns mit Kants Werden und Wirken bekannt macht. Sie allein hat eine selbständige Bedeutung, sie gibt bereits eine plastische Einführung und Einfühlung in Kants Streben, Forschen und Arbeiten. Einzelnes hier anzuführen, will ich mir versagen angesichts der Tatsache, daß ihr Hauptteil, allerdings mit nicht unwesentlichen Kürzungen, in eines der m. E. glücklichst zusammengestellten naturwissenschaftlichen Lesebücher (E. STOCK: „Im Umkreis der Naturwissenschaften". Diesterweg, Frankfurt a. M. 1926) übergegangen ist und damit über den Kreis der engeren Freunde der Naturwissenschaften hin bekannt zu werden verspricht.

Wir lernen in der Einleitung Kant als Mathematiker, Physiker, Chemiker und Geographen in seiner von der fachwissenschaftlichen Betätigung durchaus abweichenden Methode des Erwerbs und Weitergebens von Einzelkenntnissen und ihrer Verarbeitung zu Theorien kennen. Wir erhalten dabei auch ein lebendiges Bild von der Lehrtätigkeit an den Universitäten vor der großen Reform Wilh. von Humboldts, wir sehen Kant, den Vielbeschäftigten, in einem Umkreis von Lehraufgaben tätig und in einem zahlenmäßigen Umfange von Vorlesungen, wohl in der artistischen Fakultät, die durch Humboldt in ihrem ganzen Umfange auf die Gymnasien übergegangen ist, erdrückt, der durchaus den Vergleich mit dem Umfang der Unterrichtstätigkeit unserer heutigen Studienräte aushält.

Als Ergebnis der Ausführungen in der Einleitung stellt ADICKES fest, daß es ihm darauf angekommen sei, „begreiflich zu machen, wie Kant, obwohl er seiner ganzen Geisteskonstruktion nach durchaus kein empirischer Forscher und in den Naturwissenschaften nur ein Dilettant war, diese trotzdem mit neuen großen Gedanken zu befruchten vermochte. Er war dazu imstande als wissenschaftliches Genie: weil ihm als einem Ausnahmegeist von großer Divinationsgabe, starkem monistischen Drang und einer nicht gewöhnlichen Kraft der Synthesie und Synopsis eine Reihe glücklicher Intuitionen und treffender Aperçus beschieden war. Sie beziehen sich aber, wie der Fortgang der Schrift beweisen wird, durchweg nicht auf das naturwissenschaftliche Detail, sondern auf die Anwendung allgemeinster Grundsätze und Gesetze, die Durchführung prinzipieller, erkenntnistheoretischer bzw. methodologischer Erwägungen und ähnliches, sind also nicht aus speziell naturwissenschaftlichem, sondern aus allgemein philosophisch-methodologischem Geist geboren". —

Trotzdem ADICKES bei der Darstellung und Besprechung der naturwissenschaftlichen und naturphilosophischen Ansichten Kants nicht chronologisch, sondern systematisch vorgeht, hat er doch Kants Erstlingsschrift „Über die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte" an erster Stelle behandelt, gleichsam als Auftakt für seine

in den späteren Abschnitten niedergelegten Ausführungen über das Wesen der Kraft und des Raumes. Er hätte gleich im Anfang hinzufügen können, was er an anderer Stelle später wirklich mit guten Gründen nachweist: weil diese Erstlingsschrift bereits uns in nuce den charakteristischen kritischen Kant ahnen läßt.

Kants Erstlingsschrift über die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte ist, vom Standpunkt des exaktforschenden Naturwissenschaftlers aus gesehen, nicht eingehend und exakt genug in der Durchführung der Abfolge der Gedanken und nicht zutreffend in dem Ergebnis, kurz — eine Fehlleistung, rein als Leistung gesehen, und ADICKES hat schon recht, wenn er bereits bei Behandlung der Vorrede bemerkt: „Liest man die Vorrede, so tritt einem unwillkürlich das Bild des Jünglings vor die Seele, der mit tausend Masten in den Ozean schifft." Kant hatte die größten Erwartungen auf die Wirkung dieser Schrift gesetzt. Daß sie enttäuscht wurden, daß seine Schrift sich als völlige Fehlleistung erwies, war ein harter Schlag für ihn. Seine Gedankengänge führten eben in die Irre und stellten sich „in scharfen Gegensatz zu den Prinzipien gesunder Naturwissenschaft." Während Naturwissenschaftler, wie Euler, van Muschenbroek, Joh. Bernoulli, d'Alembert u. a. mit streng definierten Terminis arbeiten, überall nach mathematischer Bestimmtheit streben und in der Anschauung als in ihrem Element leben, bedient sich Kant häufig unbestimmter, vieldeutiger Begriffe, er flieht mathematische Formeln und exakte Berechnungen mehr, als daß er sie suchte, die Unanschaulichkeit seines Vorstellens zieht oft Unklarheit des Denkens wie des Ausdrucks nach sich (cfr. I 137).

Man sieht, der Gehalt der Erstlingsschrift an sich rechtfertigt eine eingehende Behandlung, wie sie ADICKES ihr angedeihen läßt (I 65–144), nicht. ADICKES hat eben seine besonderen Gründe für sein Vorgehen, Gründe, die mir durchaus verständlich sind. Die Schrift Kants tritt nicht allein in den Mittelpunkt seiner Betrachtungen, sondern mit der eingehenden Interpretation der einzelnen Hauptstücke und ihrer Paragraphen verknüpft er — ich glaube nicht zu hoch zu greifen, wenn ich sage — meisterlich eine anschauliche Schilderung des naturwissenschaftlichen Gedankeninhalts eines ganzen Jahrhunderts und der Entwicklung dieses Gedankeninhalts bis Kant. Hierin sehe ich die Hauptleistung des ersten Abschnittes. In ihm geht ADICKES systematisch in der Gedankenabfolge vor, er stellt die Schrift Kants zur Debatte. Zunächst behandelt er im 1. Kapitel den Streit der Kartesianer und Leibnizianer. Ich habe bislang eine so überzeugende, klare und durchsichtige Behandlung dieses klassischen Gegensatzes der beiden naturwissenschaftlichen Hauptrichtungen der in Rede stehenden Zeitspanne von 100 Jahren noch nicht zu Gesicht bekommen. Die 17 Seiten bilden einen Glanzpunkt des Werkes für sich. Den Ausgangspunkt des Streites (s. I. S. 70–82) bildeten Behauptungen, die Descartes 1644 in seinen Principia philosophiae aufgestellt hatte. Die allgemeine und ursprüngliche Ursache aller Bewegungen in der Welt sieht er in Gott, der die Materie samt ihrer Bewegung und Ruhe im Anfang schuf; er erhält auch, allein durch seinen gewöhnlichen Beistand, gerade so viel Bewegung und Ruhe in ihr als Ganzem, als er damals in sie legte. In den einzelnen Teilen der Materie kann die Bewegung zwar wechseln, trotzdem bleibt aber im ganzen Universum immer dasselbe Quantum Bewegung, gemessen an dem Produkt $mv \ldots$ Im März 1686 wandte Leibniz in einem kleinen Aufsatz (s. I. 71 nebst Anm.) gegen Descartes ein, das wahre Maß für die Wirkungsgröße einer Kraft sei das Produkt aus der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit $\left(\text{genauer: } \frac{mv^2}{2}\right) \ldots$ Der Streit wurde bald zur Parteisache und nahm infolgedessen an Ausdehnung und Heftigkeit zu (s. I. S. 75 ff.). Jede Partei konnte zugunsten ihrer Ansicht Tatsachen anführen: Fälle, in denen ihre Formel die näherliegende und berechtigtere ist. Jede mußte aber auch, indem sie ihre Formel zur einzig berechtigten machen wollte, in den Fällen, für die tatsächlich die der anderen Partei gilt, zu Gewaltsamkeiten greifen und in schwere Fehler verfallen ... Nur weil jede Partei sich auf Tatsachen stützen konnte und aus ihnen das Recht ableitete, die dort gültigen Ansprüche zu verallgemeinern, konnte der Streit sich so lange unentschieden und ohne Einsicht in die wirklichen Verhältnisse hinziehen. — Kant schließt sich in seiner Erstlingsschrift in der grundlegenden Frage der Erhaltung der Kräfte leider an Newton, dessen irreleitende Einstellung zu diesem Problem ADICKES natürlich eingehend und überzeugend wiedergibt, und nicht an Leibniz an. Kant nimmt in direktem Widerspruch gegen das Trägheitsgesetz und gegen das ein Jahrhundert nach Veröffentlichung seiner Schrift endgültig formulierte Gesetz von der Erhaltung der Energie an, daß die einem Körper mitgeteilte Bewegung, solange sie eine tote Kraft bleibe, von selbst, ohne Gegenwirkung eines äußeren Widerstandes erlösche, sobald die antreibende Kraft aufhöre, sie zu erhalten; daß der Körper aber auf Grund seiner „inneren Naturkraft" imstande sei, in einer endlichen Zeit die tote Kraft zum Rang einer lebendigen zu erheben usw. Kant ist also der Meinung, daß im gewöhnlichen Lauf der Dinge sich täglich und stündlich lebendige Kraft von selbst neu erzeuge. — Soviel als Proben aus dem 1. Kapitel. —

Im 2. Kapitel behandelt ADICKES das 1. Hauptstück der Kantschen Erstlingsschrift, das metaphysische Vorspiel, im 3. Kapitel das 3. Hauptstück, das den Versuch Kants enthält, den Streit zu schlichten, und als letztes Kapitel das 2. Hauptstück: Gegen Leibnizens Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kraft. Besonders lesenswert und lichtvoll zusammengestellt ist der Schluß des Abschnitts, der die Ergebnisse zusammenfaßt: Wenn Kants Erstlingswerk als naturwissenschaftliche Leistung auch unter dem Durchschnittsniveau der Arbeiten

steht, die im Verlauf des Streites um die Kräfteschätzung entstanden sind — die richtige Lösung des Streites hat bekanntlich d'Alembert bereits vor Veröffentlichung der Kantschen Schrift gefunden —, so ist doch nach ADICKES (s. S. 117 ff.) bedeutsam an der Schrift, daß in ihr, speziell in der Vorwegnahme der heutigen metageometrischen Spekulationen, „schon wesentliche Eigentümlichkeiten des Kantischen Denkens zum Vorschein kommen: so seine Kühnheit, sein Abweichen von den gewohnten Bahnen, sein Bedürfnis nach weiter Umschau und auf Grund davon nach weitumspannenden Synthesen, der Reichtum an Ahnungen und Ideen, die Jahre genialer Intuition." Kant ist und bleibt, das zeigt die Erstlingsschrift evident, in erster Linie Metaphysiker, nicht exakter Naturwissenschaftler. Daneben tritt in der Erstlingsschrift schon die typische Tendenz Kants hervor, nicht nur die Sache selbst zu behandeln (Materie der Untersuchung), sondern auch den Weg als Zugang zu dem Verständnis der Sache zu bahnen (Form der Untersuchung, modus cognoscendi). Also eine methodologische Tendenz. Schließlich findet ADICKES als letzte bezeichnende Eigenschaft Kants, die gleichfalls bereits in der Erstlingsschrift sichtbar wird: seine Vermittlungstendenz und seinen Wunsch, zwischen streitenden Parteien den Schiedsrichter zu spielen. „Weil Kant mehr Metaphysiker als naturwissenschaftlich exakter Forscher war, deshalb suchte er die Versöhnung der beiden Parteien auf metaphysischem Gebiete zu erreichen, freilich — mit untauglichen und nicht zum Ziele führenden Mitteln."

Das aber nimmt man als positiven Gewinn aus dem Studium des 1. Abschnittes von ADICKES „Kant als Naturforscher" mit, daß eine auch nur wenig bedeutsame Schrift Kants, hell durchleuchtet und in ihren wissenschaftlichen und historischen Zusammenhängen deutlich dargestellt, einen Zugang zum Verständnis Kantischer Arbeits- und Mitteilungsweise erschließt, der unverlierbar bleibt und zur weiteren Beschäftigung mit diesem Spezialgebiet Kantischer Forschung anreizt.

Ich habe aus dem 1. Bande nur diese eine Probe der von ADICKES gefundenen und durchgeführten Herausarbeitung der Probleme geben wollen; die beiden übrigen Abschnitte verdienten eine noch eingehendere berichtende Darstellung; ich begnüge mich aber mit dem Mitgeteilten, weil m. E. die Erstlingsschrift die beste, jedenfalls geeignetste Einführung in die behandelten Gedankenkreise bietet. Die gemachten Ausführungen sollen ja nicht erschöpfen, sondern nur andeuten und zur weiteren Belehrung aus dem Werke selbst anregen. —

Die allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels (A. N. u. Th.), der der V. Abschnitt (Bd. II) gewidmet ist, nennt ADICKES ganz gewiß mit Recht das geniale Jugendwerk Kants „das ihn mehr als seine sämtlichen anderen Arbeiten in den Ruf gebracht hat, nicht nur ein großer Philosoph, sondern auch ein großer Naturwissenschaftler zu sein". Aus diesem Abschnitt einiges anzuführen, scheint mir deshalb geboten.

Im einleitenden ersten Kapitel behandelt ADICKES zunächst die äußeren Schicksale der allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Das Werk wurde gedruckt, aber nicht bekannt. Es enthält zweierlei: eine „Theorie des Himmels", d. h. Gedanken über den systematischen Bau des Weltalls, und eine „Naturgeschichte des Himmels", d. h. eine auf rein mechanischen Prinzipien aufgebaute Kosmogenie in Form einer Nebularhypothese, einer Weltentstehungstheorie, wie sie nach 40 Jahren, als Kants Arbeit fast völlig vergessen war, Laplace unabhängig von Kant noch einmal ausdachte (Exposition du système du monde 1796). Ebensowenig wußte H. LAMBERT um Kants Schrift, als er seine, dasselbe Thema behandelnden 1761 herausgegebenen „kosmologischen Briefe" veröffentlichte. — Kants grundsätzlicher Standpunkt ist auch hier nicht der streng naturwissenschaftlich-mathematische, sondern ein naturphilosophischer. Auf dynamischer Grundlage will Kant unter Voraussetzung der Newtonschen Anziehungs- und Abstoßungskraft den Ursprung des ganzen Weltgebäudes mechanisch erklären und in ihm eine durchgehende systematische Verfassung, die sich gleichfalls auf mechanischen Gesetzen aufbaut, nachweisen (s. II. S. 208 f.). Gott ist der Schöpfer der Welt, er schafft nur die Materie und stattet sie mit bestimmten Kräften, Gesetzen und Eigenschaften aus, und aus ihnen wird dann alles weitere Geschehen bei der Weltbildung abgeleitet. Er verwahrt sich eindringlichst in der Vorrede u. a. gegen den etwaigen Vorwurf, daß sein Vorhaben den Interessen der Religion Abbruch tue. — ADICKES interpretiert überhaupt sorgfältig alle in der umfangreichen Vorrede zur A. N. u. Th. aufgeführten Einwendungen, die gegen die Theorie als solche nach Kant erhoben werden könnten.

Die A. N. u. Th. selbst besteht aus drei ungleichen Teilen. Den Inhalt des 1. und 2. Teiles bilden die „Theorie des Himmels" und „allgemeine Naturgeschichte des Himmels"; der dritte bringt einen Vergleich zwischen den Bewohnern der Planeten. Wesentlich die ersten beiden Teile finden bei ADICKES eingehende Würdigung. Er handelt zunächst von der Theorie des Himmels (V. Abschnitt 2. Kapitel), die er stichwortartig im Inhaltsverzeichnis folgendermaßen kennzeichnet: Systematische Verfassung des Weltalls. — Seine Unendlichkeit. — Sein Mittelpunkt; von ihm aus schreitet die Weltbildung allmählich nach allen Seiten ins Grenzenlose fort. — Wechsel zwischen Verfall und Neubildung von Welten. — Gewißheitsgrad, den Kant diesen Ansichten beimißt. — Frühere Ansichten: Kepler, Huygens. — Kant und Th. Wright von Durham. — Kant und Lambert. Kants Theorie und die weitere Entwicklung der Astronomie.

Aus dem letzten, dritten Kapitel des V. Abschnittes, der von der Naturgeschichte des Himmels handelt, seien gleichfalls einige Stichworte als Proben des Gedankenablaufs, den das Verzeichnis angibt, herausgehoben: Sieben Gründe, die für einen mechanischen Ursprung

unseres Sonnensystems sprechen. — Das ursprüngliche Chaos und der erste Anfang der Bewegung. — Mechanischer Ursprung der Welt, insbesondere unseres Sonnensystems. — Dichtigkeits- und Massenverhältnise im Sonnensystem. — Exzentrizität der Planetenbahnen. — Ursprung und Besonderheiten der Kometen. — Weshalb steht die Rotationsachse der Planeten nicht senkrecht zu der Umlaufsebene ihrer Monde? — Entstehung des Saturnringes. — Abplattung des Saturn und seine innere Beschaffenheit. — Warum kein anderer Planet einen Ring hat. — Das Zodiakallicht. — Theorie der Sonne. — Die Bewohner anderer Gestirne. — Laplaces Kosmogenie. — Ihr Verhältnis zu der Kantischen. — Auch die heutige Kosmogenie bedarf einer irgendwie ausgestalteten Nebularhypothese u.a.m.

Diese Auswahl mag genügen. Einzelausführungen unterlasse ich zu den einzelnen Punkten, so verlockend und lohnend das auch wäre. Die Stichworte bei ADICKES geben in etwas auch den Gedankengang der A. N. u. Th.

Wichtiger und bemerkenswerter ist wieder die Würdigung, die ADICKES den einzelnen Gedankenabschnitten Kants zuordnet, am wertvollsten indessen sein Gesamturteil über Kants Leistung (s. II. S. 302 u. f.). Nicht sehr wichtig erscheint ADICKES die Frage: „ob die besondere Gestalt, die Kant der Nebularhypothese gab, auch heute und in Zukunft noch in einer irgendwie umgearbeiteten oder weitergebildeten Form eine brauchbare Grundlage für die Wissenschaft geben wird. Was Kant vollbrachte, war eine naturphilosophische Tat, keine naturwissenschaftliche. Seine Konzeption als Ganzes war epochemachend, nicht aber ihre mathematisch-mechanische Einzeldurchführung".

Kants Verdienst beruht auf dem Ziel, das er verfolgt (das göttliche Eingreifen bei der Weltbildung möglichst auf den einen Akt: die Schöpfung des Chaos zu beschränken) und dem Weg, den er einschlägt, um es zu erreichen (die Nebularhypothese, die Kant als erster in ihrer ganzen Bedeutung für die Weltentstehung erkannt hat). „Damit hat er — so fährt ADICKES treffend fort — der Wissenschaft eine leitende Hypothese an die Hand gegeben, von der sie 1½ Jahrhunderte gelebt hat und die auch heute noch nicht durch eine bessere ersetzt ist. Das ist ein unsterbliches Verdienst". Erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ist dieses Verdienst Kants voll gewürdigt worden durch Männer wie Arago, A. v. Humboldt, Struwe, Schopenhauer, Helmholtz, Zöllner und Huxley. Bis dahin war die Laplace-Formulierung der Nebularhypothese nur in der Literatur bekannt und verbreitet.

Sicher hat ADICKES recht, wenn er behauptet: Wäre Kants A. N. u. Th. gleich bei ihrem Erscheinen, so wie sie es verdiente, bekannt geworden, so hätte sie der Wissenschaft ganz neue, weite Ausblicke eröffnet und ihr reiche Anregung gegeben; sie hätte aber auch in manchen Einzelheiten zu Widerspruch und Weiterbildung aufgefordert und wäre so sicher zu einem Entwicklungsferment von großer Kraft und Bedeutung geworden.

Frappant ist auch die Tatsache, auf die ADICKES besonders hinweist (s. II. S. 312 f.), daß Kant hie und da spätere Entdeckungen divinatorisch vorwegnahm und auch astronomische Einzelprobleme löste oder wenigstens ihrer Lösung nahebrachte. So sagte Kant z. B. — ich zitiere, wie vielfach, ADICKES wörtlich — freilich von falschen Grundlagen aus, voraus, daß es jenseits des Saturn noch Planeten gebe, und daß der mutmaßliche äußere Nachbar des Saturn viel weiter von ihm entfernt sein werde, als er selbst vom Jupiter. Er behauptete als erster den Flüssigkeitszustand des Jupiter, gab für das Zodiakallicht eine der heute wahrscheinlichsten Annahme verwandte Erklärung, stellte scharfsinnige Untersuchungen an über den Zusammenhang zwischen der Abplattung des Saturn und seinen inneren Dichtigkeitsverhältnissen, entwickelte brauchbare Ansichten über die Konstitution des Saturnringes ..... Und wenn er gewisse Nebelflecke als ferne, unserem eigenen Sternensystem gleichgeordnete Milchstraßen und die Eigenbewegungen der Fixsterne als Zentralbewegungen um einen gemeinsamen Mittelpunkt betrachtete, so nahm er damit Gedanken vorweg, die auch heute noch ihre Vertreter finden und denen vielleicht die Zukunft gehört. —

Selbstverständlich finden sich in Kants A. N. u. Th. auch manche Irrtümer und falsche Voraussetzungen, nicht zutreffende Folgeschlüsse u. ä. Auch darüber berichtet ADICKES mit derselben Gewissenhaftigkeit und Vollständigkeit.

Der Verlockung, noch weitere Proben ADICKESscher Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme Kantischer Forschung und Lehre zu geben, widerstehe ich. Lehrreich ist eben alles in dem Werke. Das Verständnis für Kant wird immens vertieft, und gerade das ist das Erhebende an dem Buche, daß es fesselt, wo immer man eine Gedankenreihe verfolgt. Das Buch[1]) gehört in jede Lehrerbibliothek. Und lesen sollten es nicht nur Mathematiker und Naturwissenschaftler, sondern alle, die es ernst meinen mit ihren philosophischen und naturwissenschaftlichen Studien. *K. M.*

[1]) E. ADICKES, Kant als Naturforscher. Bd. I, 1924 (XX u. 378 S.). Bd. II, 1925 (VIII u. 494 S.). Berlin. W. de Gruyter & Co.

5. Technik und mechanische Praxis.

Zur Bildtelegraphie[1]). Die Fortschritte der letzten Jahre auf dem Gebiete der Bildtelegraphie liegen vor allen Dingen in der Entwicklung der Verstärkertechnik und werden durch die mit den Elektronenröhren erzielten Vorteile charakterisiert. Alle Teilaufgaben der Bildtelegraphie, die nach KORN in Abtastung des Bildes

[1]) Nach den Arbeiten von: ARTHUR KORN, E.T.Z. 47. 717. 1926, FRITZ SCHRÖTER, E.T.Z. 47. 719. 1926 und Zeitschr. f. techn. Phys. 7. 417. 1926.

im Sender, Reproduktion des Bildes im Empfänger, Synchronismus der Apparate, Sendung und Empfang der rapiden telegraphischen Zeichenfolgen bestehen, sind durch die Verwendung der Elektronenröhren wesentlich gefördert worden. Von den Methoden der Abtastung des Bildes im Sender ist die telautographische Methode zunächst zu nennen. Hierbei ist das Bild in nichtleitender Form auf leitender Unterlage hergestellt. Diese Art der Bildabtastung durch elektrischen Kontakt hat die früher übliche Methode, bei der das Bild in Reliefform verwendet wurde, überflügelt. Führend ist aber jetzt die Methode der lichtelektrischen Zellen, bei der Selen- und Alkalizellen verwendet werden und bei der die Abtastung des Bildes diaphotisch bzw. epiphotisch vorgenommen wird. Die ersteren Zellen sind allgemein bekannt. Neuerdings ist es SCHRÖTER gelungen, unterstützt von der Telefunkengesellschaft, durch Herstellung geeigneter Kaliumzellen die Abtastung durch an Papierbildern diffus reflektiertes Licht zu erzielen. Anderseits hat KORN durch Vervollkommnung der Kompensation zur Verminderung der Trägheitserscheinungen der Selenzellen diese mit den Kaliumzellen konkurrenzfähig zu machen gesucht.

Was die Reproduktion des Bildes im Empfänger anbelangt, so sind hier als besonders wichtige Methoden die mit dem Saitengalvanometer, mit dem Oszillograph, mit der Glimmlichtröhre und mit der Kerrzelle zu erwähnen. Während früher die ersten beiden Arten des Bildempfangs den Vorzug verdienten, da sie mit hinreichend starken Strömen arbeiten konnten, sind sie jetzt von den beiden letzten trägheitslosen Relais überflügelt worden, da jetzt die Möglichkeit sehr großer Verstärkungen besteht und sehr lichtstarke Glimmlichtröhren nach VOGT, ENGL und MASOLLE in den sog. Ultrafrequenzlampen vorhanden sind. Trotzdem behalten sie, da sie eine einfachere und leichter zu bedienende Empfangsapparatur zulassen, doch stets ihre Bedeutung als Lichtrelais. Auf das Wesen und die Verwendung der besonders von KAROLUS ausgebauten Kerrzelle wird weiter unten näher eingegangen werden.

Sehr wesentlich für die exakte Wiedergabe der Bilder ist ein möglichst weit getriebener Synchronismus zwischen dem Abtasten des Originals und der Reproduktion im Empfänger, der auf drei verschiedene Arten erzielt werden kann. Einmal kann er erreicht werden durch Präzisionseinrichtungen auf beiden Stationen, die irgendwelche Korrektur während des Laufes der Maschinen erübrigen. Diese Methode der lokalen Synchronisierung liegt der Anordnung von LACOUR zugrunde. Sie hat nur den Nachteil, daß sie auf beiden Seiten, Sender wie Empfänger, sehr kostspielige Hilfsmittel erfordert. Eine zweite Methode zur Erzielung des notwendigen Synchronismus benutzt zu Beginn des Sendens einige Signale, die zur Herstellung des Synchronismus dienen, die bei jedem Zeilenanfange wiederholt werden. Sie hat den Vorteil, daß hierbei keine besondere Leitung oder Welle benötigt wird, und sie genügt überall da, wo keine besonders hohen Transmissionsgeschwindigkeiten gefordert werden. Soll dagegen eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit herausgebracht werden, so muß der Synchronismus durch fortwährend wiederholte Zeichen kontrolliert werden. Natürlich ist dazu eine besondere Leitung bzw. bei drahtloser Übertragung eine besondere Welle nötig. Diese Zeichen müssen dann in Abständen von $^1/_{100}$ bis $^1/_{500}$ Sekunde aufeinanderfolgen, wenn man einen ausreichenden Synchronismus der Motore erzielen will, sofern diese letzteren eine Bewegungsgenauigkeit zwischen zwei Zeichen von 1 bis 2‰ aufweisen. Diese Methode ist in letzter Zeit schon mehrfach verwendet worden, so z. B. auch von der Telefunkengesellschaft bei ihren neuesten Versuchen.

Die genaue Taktgebung mit periodischen Zeichen der genannten Kürze ist ein besonderes Problem. Hierfür kommen zunächst Stimmgabeln usw. nur für kürzere Zeit, etwa 10 bis 15 Minuten in Frage. Daneben sind entweder genau umlaufende Chronographenzeiger oder Präzisionspendel zu verwenden. Wie bei letzteren, die mit großer Präzision nur für langsame Schwingungen hergestellt werden können, die Unterteilung einer einzelnen Schwingung in die erforderlichen kurzen Perioden erfolgt, sei hier nach KORN angegeben. Mit dem Pendelkörper bewegt sich ein transparenter Körper, auf dem sich in bestimmter Aufeinanderfolge dunkle und helle Linien befinden. Dieser transparente Körper bewegt sich zwischen einer Lichtquelle und einer Photozelle. So erhält die Photozelle periodische Eindrücke von gewünschter Periodenzahl. Diese gehen dann als Taktzeichen von der Senderstation dem Empfänger zu, der solcher Einrichtung nicht bedarf.

Als neues praktisches Verfahren der drahtlosen Bildübertragung sei hier das System erläutert, das die Firma Telefunken mit Dr. A. KAROLUS zusammen entwickelt hat[1]). Daß die drahtlose Telegraphie allein besonders mit kurzen Wellen (unter 100 m) dazu geeignet ist, die Geschwindigkeit der Übertragung der einzelnen Bildelemente zu steigern, liegt auf der Hand. So basiert denn auch dieses neue System auf drahtloser Übertragung unter Verwendung der masselosen Relais in Form von Elektronenröhren.

Zur Bildzerlegung dienen auf der Sender- wie auf der Empfängerseite synchronrotierende sowie gleichzeitig axial verschobene Trommeln, auf die scharfe Lichtkegel treffen, deren Brennflecke nur $^1/_{25}$ qmm Ausdehnung haben. Fig. 1 gibt einen Teil der Versuchsanordnung auf der Senderseite schematisch wieder. Nachdem der Lichtkegel durch die Telefunkenphotozelle hindurchgegangen ist, fällt der Brennfleck auf das zu übertragende Bild, das auf der Trommel befestigt ist. Von dem Bild geht je nach der Helligkeit der getroffenen Bildstelle mehr oder wenig starkes diffuses Licht auf die lichtempfindliche Kaliumschicht der nach ELSTER und GEITEL ausgebildeten edelgasgefüllten Zelle. Die hierdurch in der Zelle ohne praktische

[1]) Nach F. SCHRÖTER, l. c.

Verzögerung verursachten Stromschwankungen werden verstärkt und modulieren dann den drahtlosen Telephoniesender, wie es Fig. 2 in schematischer Schaltskizze zeigt. Wie aus der Figur hervorgeht, wird das Senderohr von einem besonderen Rohr gesteuert und die Amplitude der Schwingungen durch Steuerung des Elektronenabflusses vermittels des Modulationsrohres des Verstärkers variiert.

Von besonderer Bedeutung bei dieser Methode ist die Verwendung des Originals von dem zu übertragenden Bild und die Benutzung der hochempfindlichen Photozelle; nur so war es möglich, eine sehr schnelle und möglichst naturgetreue Übertragung zu erzielen, die infolge der praktisch nicht vorhandenen Verzögerung in der Photozelle auch verzerrungsfrei arbeitet.

Die Schaltung auf der Empfängerseite gibt Fig. 3 wieder. Die von der Antenne aufgefangene modulierte Welle wird zunächst mehrfach verstärkt in nicht gezeichneten Hochfrequenz-

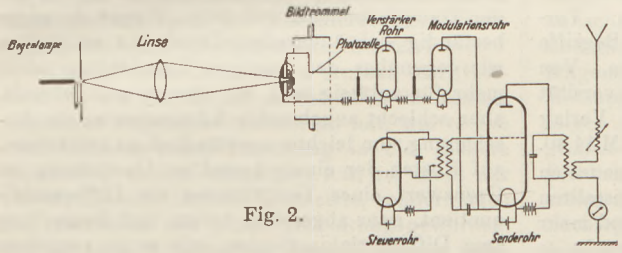


Fig. 2.

verstärkern, dann mittels Detektors oder Audions gleichgerichtet und im Niederfrequenzverstärker verstärkt. So werden die zur Steuerung der neuen KAROLUSzelle nötigen Amplituden erzielt, die zwischen 100 und 200 Volt Wechselspannung betragen und einer Gleichspannung von 300 bis 400 Volt überlagert sind. KAROLUS verwendet den schon von KERR 1875 entdeckten Effekt, wonach Dielektrika bei angelegter elektrischer Spannung doppelbrechend werden. Der Trog der Karoluszelle befindet sich zwischen zwei gekreuzten NICOLschen Polarisationsprismen und enthält Nitrobenzol. Er ist als lichtdurchlässiger Miniaturkondensator ausgebildet. Ohne Spannung geht kein Licht hindurch. Wird aber Spannung angelegt, so wird die Polarisationsebene des durch den Polarisator parallel polarisierten Lichtes um so mehr gedreht, je höher die Spannung ist. Die durch den Analysator hindurchgehende Lichtmenge ist also eine Funktion der Spannung. Werden nun die verstärkten Wechselspannungen des Empfängers angelegt, so geht je nach der Spannung mehr oder weniger Licht durch den Apparat, und ein dahinter mit der Sendertrommel synchron rotierender Film wird dementsprechend belichtet. Auf die technischen Einzelheiten, wie notwendige Gittervorspannungen im Empfänger usw., kann hier nicht eingegangen werden. Betont sei nur, daß die Synchronisierung beider Apparate mit 1:100000 Genauigkeit erfolgt, ohne daß durch elektrische Impulse Sender und Empfänger miteinander zwecks Regelung der Motore korrespondieren.

Mit Hilfe dieses Systems war es möglich, auf einer Welle von 850 m zwischen Berlin und Leipzig ein Bild von 10×10 cm in 20 Sekunden

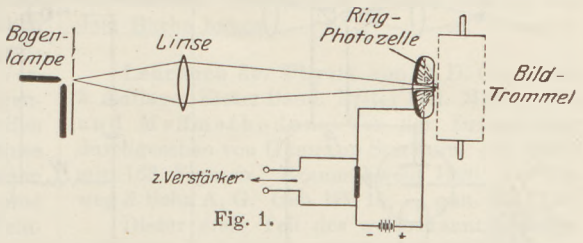


Fig. 1.

zu übertragen, während auf einer Drahtleitung 1½ Minuten dazu gebraucht wurden. Die so erzielten Erfolge in der Übertragung von Schriftproben, Druck- und photographischen Bildern sind durchaus zufriedenstellend.

Mehr als 10000 Bildelemente in der Sekunde zu übertragen, scheint bis heute das schnellste Tempo zu sein, das man bei Verwendung nur einer Welle erreichen kann. Da zu einem einfachen Porträt, das mit hinreichender Ähnlichkeit übertragen werden soll, in der Sekunde mindestens 10mal 10000 solcher Bildelemente gehören, muß man, will man ein elektrisches Fernsehen erzielen, sich mindestens zugleich 10 Wellen bedienen, sofern man einfache Schwarz-Weißbilder verwendet. Kommt noch hinzu, daß man für ein elektrisches Fernsehen wohl noch viel mehr Bildteile fordern wird, um einen wirklich bildhaften Eindruck zu bekommen, so ergibt sich ohne weiteres, daß das Problem des Fernsehens trotz einiger Experimente, die sich auf Bilder mit relativ wenigen Bildelementen beschränken, noch

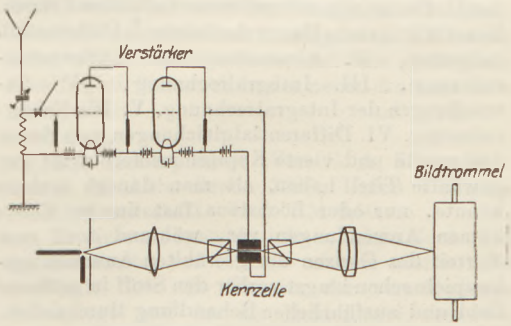


Fig. 3.

viele technische Schwierigkeiten bis zu seiner Lösung zu überwinden hat.

Hinzugefügt sei hier noch die Verwendbarkeit der Karoluszelle zur Lichttelephonie, da sie starke Lichtströme hindurchzulassen vermag. Fig. 4 zeigt das Schaltschema für derartige Lichttelephonieversuche. Auf der Senderseite gehen die Mikrophonströme des Mikrophons M durch den Transformator T und Verstärker V. Die hierdurch an dem hochohmigen Widerstand R

auftretenden Spannungen werden auf eine Karoluszelle K übertragen. Sie liegt zwischen dem Polarisator und dem Analysator des Beleuchtungsapparats. Das Licht der Lampe L geht also im Ruhezustande nicht durch den Analysator. Im Arbeitszustande aber geht das Licht im Rhythmus der Sprachschwingungen hindurch und trifft über den Hohlspiegel H des Empfängers die Photozelle Z, deren Strom im selben Rhythmus beeinflußt wird. Der Photostrom ist über einen Widerstand W geschlossen. Die an W auftretenden Spannungsschwankungen dienen zur Steuerung des Verstärkers V_1. So können die Sprachschwingungen am Telephon T hörbar gemacht werden. Die mit dieser Anordnung ausgeführten Versuche haben befriedigende Ergebnisse gezeitigt. *A. Wenzel.*

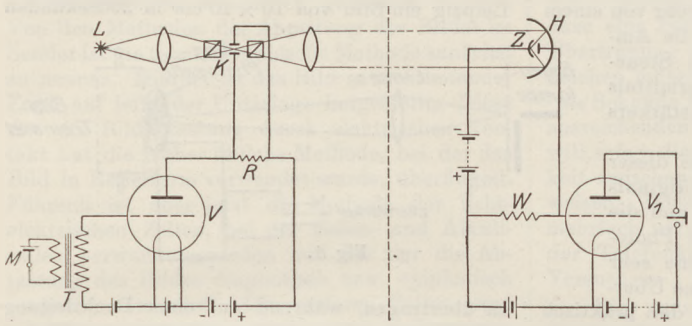


Fig. 4.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Das mathematische Werkzeug des Chemikers, Biologen und Statistikers. Vorlesungen über die höheren mathematischen Begriffe in Verbindung mit ihren Anwendungen. Von Dr. Rudolf Fueter, o. Professor a. d. Universität Zürich. Zürich, Leipzig und Berlin 1926. Verlag Orell Füssli. Preis geh. RM 12.—, geb. RM 14.40.

Der Verfasser bemüht sich in seinem neuesten Werk, dem weniger mathematisch eingestellten Naturwissenschaftler diese für ihn mehr und mehr unentbehrliche Hilfswissenschaft mundgerecht zu machen und dies mit Geschick und zweifellosem Erfolg für den ausharrenden Leser. Sein Buch zeichnet sich aus durch eine das Abstraktmathematische möglichst zurückdrängende Darstellung und um so größere Betonung der anschauungsweisen Darstellung und Behandlung des Stoffes an rein naturwissenschaftlichen Fragen. Es zerfällt in sechs Hauptabschnitte: I. Differentialrechnung, II. Anwendung der Differentialrechnung, III. Integralrechnung, IV. Anwendungen der Integralrechnung, V. Die Fehlerrechnung, VI. Differentialgleichungen, von denen das zweite und vierte Kapitel insofern nicht gut gewählte Titel haben, als man danach meinen könnte, nur oder höchstens fast nur in diesen kämen Anwendungen vor, während doch zum Vorteil des Ganzen die gewählten Anwendungsbeispiele schon längst vorher den Stoff in größerer Zahl und ausführlicher Behandlung durchziehen. Wenn schon das fünfte Kapitel zu kurz ausgefallen ist und der großen heutigen Bedeutung der statistischen Methoden in der Naturwissenschaft m. E. insofern nicht genügend Rechnung trägt, so gilt dies vom letzten, nur 10 Seiten umfassenden Kapitel in erhöhtem Maße, wo nur die Trennung der Variablen und die Bernoullische Lösungsmethode für lineare Differentialgleichungen I. Ordnung kurz behandelt sind.

Hinsichtlich der Darstellung im näheren sei es gestattet, auf einige wenige Stellen hinzuweisen. Die übliche Formulierung, wie sie Seite 189 vorliegt und viel benutzt wird, daß die Arbeit bei der Dampfexpansion auf dem „Wege“ dx unter beständig sich änderndem Druck dA sei, halten wir gegenüber der heutigen Entwicklung nicht mehr für zulässig und für eine zu weitgehende, aber schlecht angebrachte Konzession an die Anschauung, um leichter verständlich zu erscheinen, auf Kosten der einzig korrekten Darstellung im Grenzwert eines Verhältnisses als Differentialquotient, ganz abgesehen davon, daß dieser Weg zum Differentialquotienten, wie er zu verstehen ist, vorausgehend gar nicht besprochen ist und daher unerwartet für den mathematischen Laien erscheint. Auf Seite 203 liegt auch eine übliche, aber unkorrekte Ausdrucksweise vor, wo (in Polarkoordinaten) von einem kleinen Dreieck PP_1Q gesprochen wird, „das wir als rechtwinklig annehmen dürfen“. Das ist eine ungenaue Sprache, die in der strengen Mathematik, auch selbst in derartigen Büchern, ganz vermieden werden sollte; um so mehr, da diese nicht nötig ist und leicht zu prinzipiellen Irrtümern führen kann. Auf Seite 34 ist wohl nicht der Weg („während der Zeiteinheit“ ändert nichts daran) als Geschwindigkeit zu verstehen, sondern ein Verhältnis im Grenzwert, und weiter unten auf der nämlichen Seite ist der elektrische Strom als Folge der elektromotorischen Kraft hinzustellen und nicht umgekehrt. Schließlich scheint uns der Titel des Buches „Mathematisches Werkzeug“ auch nicht sehr richtig. Es soll doch wohl, auch im Einverständnis mit dem Verfasser, die Mathematik auch für den Naturwissenschafter nicht zu einem bloßen Werkzeug herabsinken, welches ohne tieferes Verständnis gebraucht wird; er scheint sich hier selbst in seinen Äußerungen in der Einleitung zu widersprechen, wenn er mit Recht schreibt, daß nur ein wirkliches Eindringen in die Begriffe der höheren Mathematik deren Anwendung gestattet.

Neben diesen paar Punkten, die uns aufgefallen sind und die wir für leicht verbesserungs-

möglich ansehen, ist aber die Darstellung und Verarbeitung des ganzen Stoffes mustergültig, sowohl im Hinblick auf die Auswahl und den Aufbau desselben als auch auf die überaus einfache, dem Anfänger und mathematisch nicht speziell geschulten Leser in denkbar bester Weise angepaßte Form. Es berührt außerordentlich angenehm, mit wie primitiven Mitteln gelegentlich der Verfasser versucht, dem Leser das Verstehen zu erleichtern und wie er ihm entgegenkommt, um ihn vor Schwierigkeiten im Begreifen zu bewahren. Das Buch ist zweifellos als eines der besten auf diesem Gebiete der modernen Literatur einzuschätzen und daher dem ernst vorwärtsstrebenden Naturwissenschafter zum eingehenden Studium sehr zu empfehlen.

W. Koestler.

Felix Klein, Vorlesungen über höhere Geometrie. Dritte Auflage, bearbeitet und herausgegeben von W. Blaschke. 405 S. mit 101 Abbildungen Berlin 1926, Julius Springer. Geh. RM 24.—; geb. RM 25.20. (Die Grundlagen der Mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, Bd. 22.)

Der gruppentheoretische Aufbau der Geometrie, wie ihn Klein zuerst 1872 in seinem „Erlanger Programm" entworfen hat, wie er ihn 1893 dann in seiner Einleitung in die „höhere Geometrie" weiter ausgeführt hat, ist nicht nur für die Entwicklung der Geometrie, sondern auch für die Physik von großer Bedeutung geworden. Darum ist es zu begrüßen, wenn Blaschke jetzt, unterstützt von anderen Fachleuten, die Kleinschen Vorlesungen neu und erweitert herausgegeben hat. Dabei ist die persönliche Note, die der Kleinschen Arbeit eigen war, im ersten Teil völlig erhalten; das sind die Kapitel über den „allgemeinen Koordinatenbegriff" und „die Lehre von den Transformationen". Damit wird ein historischer Überblick über alles das gegeben, was bis zum Anfang dieses Jahrhunderts auf diesem Gebiete geleistet worden ist. Vor allem sind neben den eigenen Arbeiten Kleins auch die von S. Lie berücksichtigt, mit dem Klein über diesen Gegenstand zusammengearbeitet und der dann die gemeinsamen Untersuchungen später sehr viel weiter geführt hat. Den früheren zweiten Band, der die Lehre von den stetigen und unstetigen Gruppen enthielt und daher nur lose mit dem ersten zusammenhing, hat Blaschke durch die im dritten Teil zusammengestellten neueren geometrischen Untersuchungen ersetzt. Da finden wir E. Studys Liniengeometrie, J. Radons mechanische Herleitung des Parallelismus von T. Levi-Civita, sowie einiges aus der Topologie von E. Artius. Nach der Behandlung der Beziehungen zwischen den Mongeschen Differentialgleichungen und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung und der Variationsrechnung bildet eine kurze Einleitung in die Elementarteilertheorie den Schluß des Werkes. Ein ausführliches Namen- und Stichwortverzeichnis erleichtert das Auffinden einzelner Probleme sehr. So ist ein sehr wertvolles Buch der mathematischen Literatur von neuem eingereiht, zu dessen eingehendem Studium auch denen geraten werden muß, die sich für die Entwicklung der theoretischen Physik interessieren. Sie werden großen Gewinn aus dem Buche haben. *A. Wenzel.*

Lehrbuch der Physik von O. D. Chwolson 3. Auflage. Erster Band. Erster Teil. Mechanik und Meßmethoden. Vor der Drucklegung durchgesehen von Gerhard Schmidt. 401 Seiten mit 188 Figuren. Braunschweig 1926, Fr. Vieweg & Sohn A.-G. Geh. RM 15,—, geb. RM 17.50.

Dieser erste Teil des weitbekannten ausgezeichneten Lehrbuchs enthält nach der Einleitung in die Physik die Lehre von der Bewegung, von der Kraft, Arbeit und Energie, die harmonischen Schwingungsbewegungen. Dann folgt die strahlende Ausbreitung von Schwingungen, sowie die Lehre von der allgemeinen Gravitation, die zu den Elementen der Potentialtheorie und zur Lehre von der Schwerkraft führt. Den ersten Teil Mechanik beschließt ein Kapitel über die Dimensionen physikalischer Größen. Im zweiten Teil dieses Buches sind die Meßapparate und Meßmethoden erörtert. Allgemeine Bemerkungen über physikalische Messungen gehen vorauf. In der üblichen Form folgen die Messungen der mechanischen Grundgrößen, sowie der Schwerkraft und der mittleren Erddichte. Damit schließt dieser erste Teil des ersten Bandes ab. Ein ausführliches Namen- und Sachregister machen ihn zum ausgezeichneten Nachschlagewerk. Gegenüber der früheren Auflage ist nur wenig verändert. So sind die Kapitel über das Newtonsche Bewegungsgesetz und über den Begriff der Masse umgearbeitet und die Arbeiten von v. Eötvös neu eingefügt, sowie ein Abschnitt den Ordnungszahlen der Elemente, den Isotopen und der Struktur der Atome gewidmet. Auch die Lehre von der Energie ist erweitert. Das Buch zu empfehlen, erübrigt sich. Es besitzt einen weiten Freundeskreis, und sein gediegener Inhalt wird ihm auch in der neuen Auflage neue hinzuwerben. *A. Wenzel.*

Die Hohlspiegel. Von C. A. Sonnefeld. 154 S. 95 Abb. Berlin 1926, Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Geb. RM 9.50.

In diesem ungemein inhaltreichen Buch gibt ein Mitarbeiter von C. Zeiss in Jena ausführliche Auskunft über die Theorie der verschiedenen Hohlspiegel und der als Hohlspiegel verwendbaren Spiegellinsen, über ihre Herstellung, Verwendung und Prüfung. Von dem Blender zur besseren Ausnutzung gewöhnlicher Glühlampen bis zum Spiegelfernrohr des Astronomen ist alles in den Kreis der Betrachtung gezogen. Die für jeden Fall möglichen Formen werden auf den Unterschied ihrer Wirkung und ihrer Herstellungskosten geprüft, wobei natürlich die Untersuchung um so eingehender wird, je höhere Ansprüche an den Spiegel gestellt werden müssen. In eingestreuten Bemerkungen tritt Verf. den weit verbreiteten irrigen Vorstellungen entgegen, die

vom Hohlspiegel und besonders vom Parabolspiegel Unmögliches verlangen. Diese für die Schule wichtigen Bemerkungen lehnen das unvorsichtige Arbeiten mit der Vorstellung der parallelen Lichtstrahlen ab und weisen auf die Abbildung der Lichtquelle durch Spiegellinsen hin. Diese nicht neue, aber immer wieder erwähnenswerte Betrachtung zeigt, daß die beleuchtete Fläche notwendig um so größer wird, je ferner sie vom Spiegel, je kürzer die Spiegelbrennweite und je größer die Lichtquelle ist. Beim Parabolspiegel wird gewöhnlich nur auf den Brennpunkt, nicht aber auf die schon in geringer seitlicher Abweichung von ihm merkliche Koma geachtet und deshalb seine Verwendbarkeit überschätzt. Im übrigen wendet sich das Buch nicht an die Schule, es ist ein sehr wertvoller Beitrag zur Instrumentenkunde. *W. Vn.*

Das Polarisationsmikroskop, seine Anwendung in der Kolloidforschung und Färberei von Hermann Ambronn und Albert Frey. (Bd. 5 der von R. Zsigmondy herausgegebenen Kolloidforschung in Einzeldarstellungen.) 194 S. 48 Abbildungen, 1 Farbentafel. Leipzig 1926, Akademische Verlagsgesellschaft. RM 12.—, geb. RM. 13.50.

Die Polarisationsmikroskope selbst werden nicht beschrieben, sondern dafür wird auf andere Bücher hingewiesen, ebenso für den Gebrauch derselben zur Untersuchung von Kristallen. Dagegen werden die einzelnen Hilfsmittel zur Feststellung und Messung der Doppelbrechung sehr eingehend beschrieben und ihre Wirkungsweise und Anwendung auf Fasern, Kolloide und Ähnliches genau angegeben.

Der Zweck des Buches ist, zur Benutzung des Polarisationsmikroskopes für die Erforschung der Kolloide und der durch Tränkung von Faserstoffen mit Farbstoffen und anderen Stoffen verursachten Veränderungen der Fasern anzuregen. Die bisherigen Versuche, von denen Beispiele gegeben werden, lassen vermuten, daß auf diesem Wege viel erreicht werden kann. Ist aber schon beim Mikroskopieren mit unpolarisiertem Licht das Beobachten eine Kunst und das Deuten des Beobachteten nicht selten eine noch größere, so nimmt die Vielfältigkeit der Erscheinungen und die Schwierigkeit ihrer Deutung beim Polarisationsmikroskop noch ganz wesentlich zu. Will man sich aus Physikbüchern Rat holen, so stößt man auf schwierige und meist mit großen mathematischen Hilfsmitteln durchgeführte Untersuchungen, die wirklich geeignet sind, von der Verwendung des Polarisationsmikroskopes abzuschrecken. Verfasser wollen diese Scheu überwinden und zeigen deshalb, daß man auch ohne Eindringen in diese gelehrten Untersuchungen mit dem Polarisationsmikroskop erfolgreich arbeiten kann. *W. Vn.*

Die Hochantenne. Von Friedrich Dietsche, Dipl.-Ing. 113 S. mit 110 Textabbildungen. Berlin 1926, Julius Springer. (Bibliothek des Radio-Amateurs, herausgegeben von Dr. E. Nesper, Bd. 25.) RM 3.90.

Die Anlage der Antenne wird von vielen Rundfunkhörern oft stiefmütterlich behandelt. Und doch ist sie eines der wichtigsten Organe der ganzen Empfangsanlage. Bei ihrer Anordnung allen Verhältnissen gerecht zu werden und ein Optimum für den Empfang zu erzielen, ist sehr schwer, viel schwieriger jedenfalls, als sich manche Bastler träumen lassen. Schon die Bestimmungen der Reichspost sind innezuhalten und daneben die Leitsätze des Verbandes deutscher Elektrotechniker, sowie besondere örtliche Vorschriften für den Bau von Hochantennen zu beachten. Von ihnen geht daher das vorliegende Buch aus, nachdem zunächst die Hochantenne rein theoretisch als offenes Schwingungssystem, d. h. als linearer Oszillator, sowie die üblichen Antennenformeln behandelt sind. Einen breiten Raum nimmt naturgemäß der Bau der Hochantennen mit allen seinen Erfordernissen ein. Hier spricht der Praktiker zum Leser, dem dann in einem besonderen Abschnitt klargemacht wird, welche verschiedenartigen Einflüsse die Beschaffenheit der Antennenanlage auf die Güte des Empfangs hat, und wie sich die Empfangsverhältnisse mit der Höhe der Antennen ändern. Einige Berechnungsbeispiele beschließen das Buch. Jeder Bastler sollte das Buch lesen. Aber auch jedem Lehrer der Physik wird es in manchen Fällen die Möglichkeit erleichtern, allen Fragen seiner für den Rundfunk sehr interessierten Schüler gerecht zu werden. *A. Wenzel.*

Anleitung zum Glasblasen nach H. Ebert, herausgegeben von F. Hauser. Sechste umgearb. Aufl. 122 S., 79 Abb. Leipzig 1926, Joh. A. Barth RM 6.—, geb. RM 7.50.

Das bewährte Buch, das 1887 zum erstenmal erschien, wurde in jeder folgenden Auflage immer schneller ausverkauft. Jeder Freund selbständiger Laboratoriumsarbeit wird an dieser zunehmenden Wertschätzung des Buches Freude haben. Die erste Auflage, im Wesentlichen die Übersetzung einer Anleitung von Shenstone, füllte unzweifelhaft eine Lücke aus, erfüllte aber beim Unterricht doch nicht Eberts Erwartungen. So wurde denn die zweite Auflage (1895) ein völlig neues Buch, ein planvoller Lehrgang. Trotz aller Abweichungen im einzelnen und Ergänzungen zeigt auch die sechste Auflage den gleichen Aufbau, der sich gut bewährt hat. Und doch darf man jede Neuauflage, auch die sechste, eine umgearbeitete nennen. Mehr als die aus den Inhaltsverzeichnissen zu entnehmenden Unterschiede, die vor allem durch die fortschreitende Vakuumtechnik vorgezeichnet sind, beweisen das unscheinbare Zusätze und Änderungen, die wohl dem ständigen Gebrauch der Anleitung im Unterricht entstammen. Jedem Verwalter einer physikalischen und chemischen Schulsammlung ist das Buch für den eigenen Gebrauch unentbehrlich, aber auch die Schüler sollte man in der Kunst sich üben lassen, bei der Oberflächenspannung

und Schwere als gestaltende Kräfte auftreten und durch wohl überlegte Bewegungen des Werkstückes ausgenutzt werden. *W. Vn.*

Der Bau von Flugmodellen. Von F. Stamer und A. Lippisch. Berlin-Charlottenburg C. J. E. Volkmann Nachf. 1927. 8°. 68 Seiten, 4 Tafeln. Broschiert RM 2.— (bei Sammelbestellung von mindestens 10 Stück: RM 1.50).

Die Verfasser behandeln auf Grund ihrer eigenen langjährigen Erfahrungen den Bau von gut fliegenden einfachen Flugmodellen, wie sie sich für Versuche zum Eindringen in die Vorgänge des Fluges und die Wirkungen der Luftströmungen besonders eignen. Es werden Motor- und Segelflugmodelle behandelt.

Auf eine kurze Übersicht über die Anordnungsmöglichkeiten von Trag- und Steuerflächen folgt eine eingehende, leicht faßliche Darstellung der Wirkung der Luftströmung auf die Tragflächen und des Einflusses von Schwerpunktslage, Druckmittelpunktslage der Tragfläche und Einstellung der Steuerflächen auf das Gleichgewicht des Fluges. Auch der Einfluß der Flächenform und der Luftwiderstand von Rumpf, Streben usw. wird hierbei besprochen. Eine derartige Behandlung der theoretischen Grundlagen ist in der bisherigen Modellbauliteratur nicht zu finden. Sie gibt dem Anfänger ein gutes Verständnis für die erste Bauanweisung und dem Fortgeschrittenen die Grundlagen für eine planmäßige Verbesserung seiner Bauten und Versuche. Der Abschnitt „Luftschraube und Gummimotor" behandelt neben der Wirkungsweise und der Herstellung der Luftschraube vor allem die richtige Wahl der Abmessungen von Motor und Schraube. Auf zwei, durch Anwendungsbeispiele erläuterten Kurventafeln ist der Zusammenhang von Modellgewicht, Gummiquerschnitt und -länge, sowie Schraubensteigung und -durchmesser dargestellt, so daß die Bestimmung der passenden Steigung keine Schwierigkeiten macht und ein mühsames Probieren erspart wird. Diese verhältnismäßig exakte Behandlung des Stoffes ist bisher ebenfalls noch nicht gegeben worden. Von sonstigen Motoren sind noch Preßluft- und Spiralfedermotore behandelt, die indessen wegen ihres hohen Preises bzw. der Herstellungsschwierigkeiten für die Jugend kaum in Frage kommen. Der Abschnitt „Material und Aufbau" bringt eine eingehende Bauanweisung für einen Stabeindecker normaler Bauart von 85 cm Spannweite und die Zeichnung für einen solchen in Entenbauart von 90 cm Spannweite. Anschließend werden die verschiedenen Baumaterialien im Zusammenhang mit der Bauart der Tragfläche behandelt; für Fortgeschrittene ist die Herstellung von Rümpfen erörtert und die Skizze eines schwanzlosen Motormodells gebracht.

Der zweite Teil des Heftes behandelt die Segelflugmodelle. Während die Motormodelle sich besonders zum Erproben von Flugeigenschaften eignen, können mit jenen auch die Luftströmungen in ihrer Abhängigkeit von Witterung und Gelände beobachtet werden. Es ist die Bauanleitung für ein schwanzloses Modell von 1,20 m Spannweite gegeben, eine Bauart, die von Lippisch bereits als Modell und bemanntes Gleitflugzeug erprobt wurde. Auf billige Herstellung ist durch Verwendung von Holz und Kartonpapier Rücksicht genommen. Für den Anfänger ist ein kleines Modell normaler Bauart gezeichnet.

Den Schluß bilden ausführliche Ratschläge für die Vornahme der Flugversuche; die Geländeauswahl für Segelflugversuche ist hierbei besonders berücksichtigt. Übrigens genügen dafür erfahrungsgemäß bereits Anhöhen von 5 bis 10 m, größere Höhen als 20 bis 30 m haben nur dann einen Zweck, wenn Rekordleistungen erzielt werden sollen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß hier endlich ein Buch erschienen ist, das die technischen und wissenschaftlichen Fortschritte der Flugtechnik dem Modellbau nutzbar macht, indem es die theoretischen Grundlagen in klarer und ausführlicher Darstellung behandelt. Kochrezepte sind vermieden worden, dagegen ist nach Möglichkeit Ansporn und Anleitung zu eigenen Versuchen gegeben. Hierfür ist sowohl dem Anfänger als auch dem Fortgeschrittenen Stoff geboten. Auf Verwendung billiger und leicht beschaffbarer Werkstoffe ist Wert gelegt.

Das Buch kann sehr warm empfohlen werden.

E. Blech.

Kraft und Energie. Von Prof. Dr. W. Walte. Leipzig 1926, Otto Hillmann. 182 S. Geheftet RM 12.—

Der Verf. will an den Grundbegriffen der Physik Kritik üben und gleichzeitig durch eine neue Auffassung die Schwierigkeiten lösen. Er beginnt mit der Behauptung, daß Kraft und Energie dasselbe seien und daß jede materielle Veränderung auf einer Verlagerung von Energie beruht. Die Energie ist nach Ansicht des Verf. stets kinetisch, die sog. potentielle Energie sei nur ein Name für etwas nicht näher Bestimmbares. „Der natürliche Gedanke müßte dort sein, . . . daß die Aufgabe zu lösen sei, für jede potentielle Energie die entsprechende Masse und Geschwindigkeit aufzufinden" (9). Andererseits spricht der Verf. von freier und gebundener Energie. Erstere kann Arbeit leisten, letztere nicht. Wir haben somit eine Energie ohne Energie.

Wenn der Verf. der üblichen Auffassung Unklarheit vorwirft, so kann man ihm diesen Vorwurf erst recht nicht ersparen. Sollten die Ausführungen des Buches fruchtbar werden, so müßte dort in erster Linie eine grundlegende Klärung der physikalischen Elementarbegriffe geboten werden, während der Verf. mitten in ein Gebiet hineingreift und nun teils die kritisierten alten Begriffe ohne nähere Analyse weiter gebraucht, teils scharfe Angriffe dagegen erhebt. Bedenklich ist auch der Verzicht auf mathematische und zeichnerische Darstellung, was sich aus dem Streben nach Allgemeinverständlichkeit erklärt.

Wenn man so umstürzlerische Pläne verfolgt, wäre es geratener, unter Verzicht auf All-

gemeinverständlichkeit in gründlichen Einzelabhandlungen Kritik und Aufbau zu betreiben. Das große Publikum ist doch für wissenschaftliche Auseinandersetzungen kein Resonanzboden.

Immerhin ist es möglich, daß einige Gedanken des Verf. auf fruchtbaren Boden fallen, doch bliebe die Hauptarbeit, die mathematische und experimentelle Verarbeitung, noch zu leisten.

Dr. Eugen Stock.

Die sokratische Methode und wir Mathematiker. Eine pädagogische Auseinandersetzung mit allen Lehrern, insbesondere den Mathematikern und Naturwissenschaftlern. Von Dr. Hermann Weinreich. Berlin 1926, Otto Salle. 50 Seiten. (Aus den „Beiheften der Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften", Heft 6.)

Ein am 11. Dezember 1922 gehaltener Vortrag Leonard Nelsons über die sokratische Methode wird hier inhaltlich wiedergegeben und pädagogisch ausgewertet. In Anerkennung des Grundsatzes, daß der philosophische Unterricht Philosophieren und nicht Philosophie lehren solle, verwirft Nelson jede dogmatische Mitteilung, will wie Sokrates zunächst das Eingeständnis der Unwissenheit beim Schüler erzielen, d. h. ihn zur Erkenntnis eines Problems bringen. Anschauliche Tatsachen werden dann analysiert, um aus den Urteilen über sie die verborgenen Prinzipien, die diesen Urteilen inhärent waren, herauszulösen. Während Sokrates selbst in der platonischen Darstellung reichlich von Suggestivfragen Gebrauch macht, will jedoch Nelson lediglich das Wechselgespräch der Schüler zulassen und die Teilnahme des Lehrers äußerlich darauf beschränken, die gehaltreichsten Fragen zu bevorzugen oder auf Klarheit der Fragestellung zu dringen. Dieser Sachverhalt gibt dem Verf. nun Veranlassung, auf die Verwandtschaft eines so erteilten Philosophie- mit einem richtig zu erteilenden Mathematikunterricht hinzuweisen. Auch hier keine dogmatische Mitteilung, sondern Frage und Lösung, woraus die Erkenntnis der Prinzipien von selbst fließt. Für einen dem Geiste nach wirklichen Mathematiklehrer ist das eigentlich eine Selbstverständlichkeit. Nicht ganz vermag ich dem Verf. zuzustimmen, wenn er sagt: „Je „methodischer" ein Lehrbuch für die Hand des Schülers gehalten ist, um so dogmatischer muß es wirken." Man vergleiche z. B. die eben erschienene Geometrie von Zacharias und Ebner (Verlag Diesterweg) hinsichtlich ihres stark methodischen Aufbaues mit den obigen Forderungen der sokratischen Methode und wird restlose Erfüllung feststellen. Dagegen ist die Forderung des Verf. stark zu unterstreichen, daß die methodische Parallelität zwischen Mathematik-Naturwissenschaft einerseits und Philosophie andererseits mehr als bisher dazu führen muß, daß der Propädeutikunterricht geeigneten Vertretern der genannten Fächer anvertraut wird und daß die solchen Unterricht erteilenden Lehrer der germanistisch-historischen Fakultät in den Geist der exakten Wissenschaften hinsichtlich ihrer Methode eindringen sollten. — Am Schluß seiner Schrift gibt der Verf. einen Überblick über die der Friesschen Schule entstammenden Schriften, die für Mathematiker besonderen Reiz haben, sowie noch anderer Schriften, die die nahen Beziehungen zwischen Mathematik und Philosophie erkennen lassen.

Dr. Eugen Stock.

Gerland, Beiträge zur Geophysik. Bd. 15, Heft 1. Herausg. v. V. Conrad, Wien-Leipzig 1926, Akademische Verlagsgesellschaft

Seit acht Jahren ruhte die Herausgabe dieser einst berühmten Zeitschrift vollständig, bis es jetzt dem rührigen Verlag gelungen ist, sie wieder zu neuem Leben zu erwecken.

Als seinerzeit im Jahre 1887 die erste Nummer der Beiträge erschien, war die Geophysik noch weit davon, eine in sich geschlossene Wissenschaft darzustellen. Ohne gegenseitige Berührung wuchsen die einzelnen Zweiggebiete heran, Schutz und Unterkommen in den verschiedensten Zeitschriften suchend. Auch waren es verhältnismäßig wenige Forscher, die sich ihrer Förderung widmeten. So war es ein kühnes Unternehmen ihres Begründers, des Straßburger Geographen Gerland, für ein solches Sondergebiet eine eigene Zeitschrift herauszugeben. Aber gerade dadurch, daß nunmehr eine Sammelstelle für geophysikalische Arbeiten gewonnen war, entwickelte sich die Forschung leichter, besonders da in der ganzen Welt kein ähnliches Organ bestand.

Heute hat die Geophysik, und sowohl nach ihrer theoretischen, wie nach ihrer praktischen Seite hin eine solche Entwicklung erfahren, daß nicht nur ihre einzelnen Zweiggebiete mit einander in Fühlung geraten sind, sondern daß die Geophysik mit ihren Problemen und Resultaten anregend in andere Wissensbereiche hineingreift.

Dementsprechend existieren heute eine größere Anzahl Fachzeitschriften, von denen jedoch die meisten einzelnen Sonderzweigen der Geophysik gewidmet sind, z. B. erdmagnetische, seismische, aerologische u. a. m. Auch besitzen wir jetzt eine Zeitschrift für Geophysik (Verlag Vieweg & Sohn), die sich z. Z. im zweiten Jahrgang befindet. Trotzdem wird das Weitererscheinen der Gerlandschen Beiträge allgemein mit großer Freude begrüßt. Zunächst ist die Produktion an geophysikalischen Arbeiten so groß, daß eine zweite Veröffentlichungsmöglichkeit wünschenswert ist, und dann war noch der besondere Wunsch nach einem Organ vorhanden, das auch umfangreichere Abhandlungen aufnehmen könnte. Außerdem gewinnen die Beiträge noch eine besondere Note dadurch, daß sie auch Aufsätze in französischer und in englischer Sprache zulassen und Zusammenfassungen in Esperanto geben. Es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, daß die Studien der Fachwelt der ganzen Erde sich an einer Stelle sammeln.

Die vorliegende erste Nummer bringt von A. Angström (Stockholm) eine Abhandlung über die Energiezufuhr und Temperatur auf verschiedenen Breitengraden, ferner von C. Chree (London) „Magnetic disturbance and the magnetic characterisation of days". A. Gockel (Freiburg,

Schw.) berichtet über die Ursachen der Schwankungen des luftelektrischen Potentialgefälles. V. M. Goldschmidt (Oslo) behandelt die Probleme und Methoden der Geochemie und B. Gutenberg (Darmstadt) die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen in den obersten Erdschichten. Kurz spricht E. Oddone (Rom) sur les profondeurs hypocentrales und J. W. Sandström (Stockholm) über eine eigentümliche Zweideutigkeit beim meteorologischen Einfluß des Golfstroms. Den Schluß bildet ein Bericht von P. Lazareff (Moskau) über die Anomalie des Erdmagnetismus im Kursker Gouvernement, der dann in der zweiten Nummer fortgesetzt werden wird.

Es ist nicht möglich, in diesem Sammelreferat, das der ganzen Zeitschrift gewidmet ist, den Inhalt dieser Arbeiten im einzelnen zu besprechen. Sie bringen alle wertvolle neue Ergebnisse. Es ist auch zu erwarten, daß sich die folgenden Nummern auf gleich hohem Niveau halten werden, denn, wie ich berichten kann, ist der Eingang an ergebnisreichen Arbeiten ein recht beträchtlicher. Es zeigt sich eben, daß das Wiederaufleben der Gerlandschen Beiträge ganz international als ein Bedürfnis empfunden wird. *Prof. Dr. A. Nippoldt.*

Lehrbuch der Chemie für höhere Knabenschulen. Teil I. Von E. Löwenhardt. Mit 85 Abbildungen. Fünfte Auflage. Berlin 1926, B. G. Teubner. 123 S. Kart. RM 2.—.

Nachdem erst im Vorjahr, 1925, die 3. und 4. Auflage dieses Lehrbuches als unveränderter Abdruck der 2. Auflage erschienen, liegt nunmehr bereits eine verbesserte 5. Auflage vor.

Man kann sagen, der Erfolg entscheidet. Aber es ist auch nicht zu verkennen, daß das Löwenhardtsche Lehrbuch Vorzüge aufweist, die seine Verbreitung rechtfertigen. Die Stoffeinteilung folgt im allgemeinen methodischen Grundsätzen und entspricht damit einer mehr und mehr anerkannten Forderung. Die Stoffauswahl ist mit besonders glücklicher Hand durchgeführt. Ebenso kann Umfang, Verteilung und Darstellung der theoretischen Abschnitte als sehr gelungen bezeichnet werden. Dem Grundsatz: Aufbau der chemischen Erkenntnisse auf dem Experiment ist in weitestem Maße gerecht geworden. Wesentliche weitere Vorzüge sind festzustellen in einer der Auffassungsfähigkeit der Schüler entsprechenden Darstellungsweise und in der geringen Bindung, der der Lehrende trotz des im ganzen methodischen Lehrgangs unterworfen ist. Es kann meines Erachtens nicht genug betont werden, daß die Lehrbücher nicht die methodische Freiheit des Lehrers einschneidend beschränken dürfen, denn nicht das mehr oder weniger gute Lehrbuch, sondern die Person des Lehrenden ist ausschlaggebend für den Erfolg des Unterrichts.

Die neue Auflage weist gegenüber einigen zu begrüßenden Kürzungen geringe Erweiterungen auf chemisch-biologischem Gebiet auf. Sehr erfreulich ist die Vermehrung der Abbildungen durch gute Wirklichkeitsbilder aus den chemisch technischen Betrieben. Die Abb. 82a, Arbeit an der Drehscheibe, zeigt allerdings nicht das, worauf es ankommt. *H. Eddelbüttel.*

Lehrbuch der Chemie für höhere Knabenanstalten. Teil II, A mit Anhang Geologie. Von E. Löwenhardt. 3. Aufl. bearbeitet von E. Löwenhardt, O. Prölss, Meinecke. Mit 168 Abb. Berlin 1926, B. G. Teubner. 370 S. (Anhang Geologie 46 S.)

Anlage und Stoffauswahl folgen gleichen Richtlinien wie im Teil I. Auch hier ist Klarheit, Anschaulichkeit und Wirklichkeitsnähe der Darstellung, besonders auch in den theoretischen Kapiteln, hervorzuheben. Das Problem der Auswahl und des Umfanges des Stoffes ist vortrefflich gelöst.

Das Kapitel der Einzeldarstellungen aus dem Gebiete der technologischen Chemie (chemische Großtechnik) stellt in seiner ausgezeichneten, mit vielen neuen Wirklichkeitsbildern ausgestatteten Darstellung die ungeheuere Bedeutung chemischen Wissens und Könnens in eindringlicher und imponierender Wirkung vor Augen. Dieser Erfolg berechtigt wohl die etwas isolierte Stellung dieses Abschnittes im Rahmen des Stoffgebietes.

Auch sonst ist die Zahl der Abbildungen aus der angewandten Chemie in glücklicher Weise vermehrt worden (von 133 auf 168!). Wünschenswert wäre bei einzelnen dieser Abbildungen eine kurze Erläuterung im Text. Sehr zu begrüßen ist die Aufnahme der vorzüglichen Übersicht von Mittasch über den Werdegang des synthetischen Ammoniaks und seiner Umwandlungsprodukte.

Nicht übereinstimmen kann ich mit dem Verf. darin, daß er dem Lehrgange einen etwa 30 Seiten umfassenden theoretischen Abschnitt (Molekular-, Atom- und Valenzlehre) voranstellt. Wenn auch die Behandlung auf guter experimenteller Grundlage erfolgt, so zeigt die Erfahrung doch immer wieder, daß die theoretische Chemie den Schülern Schwierigkeiten macht, und bei einer derartigen Voranstellung läuft man Gefahr, daß das an sich große Interesse für chemisches Geschehen — eine wichtige Triebfeder für die Erreichung unserer Ziele — von vornherein stark beeinträchtigt wird, und nur schwer oder gar nicht wieder erweckt werden kann.

Kürzungen an einzelnen Stellen würden Raum schaffen für eine mäßige Erweiterung geschichtlicher Hinweise. Der Verf. sollte sich entschließen, die geschichtlichen und biographischen Notizen mit in den Text aufzunehmen. Es ist sehr zu bezweifeln, daß sie in der jetzigen Form zur Geltung kommen. Ebenso könnten z. B. durch bodenchemische Erörterungen — die natürliche Versorgung des Ackerbodens auf Grund der Verwitterungserscheinungen — die Beziehungen zur Biologie auch im anorganischen Teil etwas mehr gepflegt werden.

Von dem geologischen Anhang kann zugegeben werden, daß er den mit ihm verfolgten Zweck erfüllt, wenn auch angenommen werden darf, daß die Anstalten, für die das Löwenhardtsche Lehrbuch I. Teil in Frage kommt — im wesent-

lichen doch wohl nur Oberrealschulen — in ihrem geologischen Unterricht nicht unbeträchtlich über den hier gebotenen Rahmen hinausgehen werden.

H. Eddelbüttel.

Grundzüge der Chemie für Knaben- und Mädchenschulen gymnasialer Richtung. Von E. Löwenhardt. Berlin 1925, B. G. Teubner. 45 S. Preis RM 1.—.

Durch weitgehendste Stoffeinschränkung wird der Verf. den besonderen Verhältnissen des Chemieunterrichts am Gymnasium gerecht.

H. Eddelbüttel.

Leitfaden für die chemischen Schülerübungen. Von E. Löwenhardt. 4. Aufl. Berlin 1925, B. G. Teubner. 123 S.

Es soll hier nicht die Frage erörtert werden, ob bei der jetzigen Ausgestaltung der Lehrbücher der vorliegende Leitfaden noch eine Notwendigkeit darstellt. Der Verf. ist selbst nur geneigt, die Frage zu bejahen, weil die Nachfrage nach diesem Buche eine rege ist. Vermutlich werden die Lehrenden selbst Anregungen daraus schöpfen wollen, und das erscheint wohl möglich.

H. Eddelbüttel.

Lehrbuch der Chemie für höhere Lehranstalten. Von Rudolf Winderlich. Teil II, Oberstufe. 300 S., 198 Abbildungen. Braunschweig 1926, Fr. Vieweg & Sohn A.-G. Preis geb. RM 7.20.

Das Erscheinen der zweiten Auflage der Oberstufe von Winderlichs Lehrbuch der Chemie bietet Veranlassung, alle diejenigen, die dieses eigenartige und vortreffliche Buch noch nicht kennen, nachdrücklichst darauf aufmerksam zu machen. Der Text der neuen Auflage ist gegenüber der ersten gründlich durchgesehen und verbessert worden. Da aber in der Grundanlage des Buches nichts geändert ist, kann hier auf die eingehende Besprechung und Würdigung im Jahrgang 37, S. 286, hingewiesen werden.

Große Kreul.

Praktikum der qualitativen Analyse. Für Chemiker, Pharmazeuten und Mediziner. Von Dr Rudolf Ochs. 126 S., 3 Abbildungen und 4 Tafeln. Berlin 1926, Julius Springer. Preis kart. RM 4.80.

Wer eine praktische Anleitung zum qualitativchemischen Arbeiten sucht, die in engerem Rahmen das Wesentliche aus diesem Gebiete in kritischer Darstellung bringt, dem sei obiges Werk empfohlen. Er wird in dem außerordentlich übersichtlich angelegten und in frischem Tone geschriebenen Buch einen guten Ratgeber finden. Er findet in ihm nicht nach Art der „Kochbücher" eine bloße Aufzählung der Reaktionen und Trennungsvorschriften, sondern eine eingehende Kritik der Arbeit, Hinweise auf Vorzüge und Schwächen der Methoden, sowie auf erfahrungsgemäß häufig gemachte Fehler. Besonderes Gewicht hat der Verfasser auf die Behandlung derjenigen Stoffe gelegt, die durch ihre Anwesenheit Abweichungen von dem üblichen Untersuchungsgang bedingen und deren Nichtbeachtung zu Fehlschlüssen führt. Das gut ausgestattete Buch enthält im Anhang 4 Tafeln mit Mikrophotographien charakteristischer Kristallformen. Schülern, die für qualitative Untersuchungen ein besonderes Interesse haben, kann es mit Nutzen in die Hand gegeben werden.

Große Kreul.

Hilfsapparate für den Färber und Koloristen. Von Henri Silbermann. 173 S. und 151 Abbildungen. Leipzig 1926, Dr. Max Jänecke. Preis geb. RM 9.65.

An Hand der deutschen Patentliteratur von 1913–1925 behandelt der Verfasser eingehend die Fortschritte der Methoden, wie sie sich zur Prüfung der Farben als optischer Eindrücke (Farbenanalyse, Farbensynthese, Farbenintensitäten und -harmonie), sowie der Beurteilung der Lichtfaktoren bei der Abmusterung unter künstlicher Beleuchtung herausgebildet haben. Die Lektüre des zunächst für den Praktiker bestimmten Werkes bietet auch dem Nichtfachmann ein interessantes Beispiel dafür, wie in immer steigendem Umfange wissenschaftliche Prüfungsmethoden in einem Gewerbe zur Anwendung kommen, das sich lange Zeit rein empirisch entwickelt hat. So werden Selenzelle und Bolometer zur Bestimmung von Farbstoffkonzentrationen herangezogen; zur kontinuierlichen Überwachung von Betriebsflüssigkeiten dienen neben Indikatorpapieren zur Feststellung von H-Ionenkonzentrationen optische (Reflektometer, Nephelometer) und elektrische Anordnungen. Ein Anhang mit 151 vortrefflichen Abbildungen erläutert die im Text beschriebenen Apparate.

Große Kreul.

Das Hafnium. Von Dipl.-Ing. H. Rose. (Sammlung Vieweg, Tagesfragen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Technik, Heft 86.) Mit 17 Abbildungen, Braunschweig 1926, Friedr. Vieweg & Sohn A. G. 60 Seiten. Preis geheftet RM 3.75.

Das Element Nr. 72, nach der Stadt seiner Entdeckung Hafnium (Hafnia-Kopenhagen) genannt, wurde auf Grund der Bohrschen Atomtheorie von Coster und Hevesy in Zirkonmineralien vermutet und tatsächlich darin auf röntgenspektographischem Wege 1922 entdeckt. Bei der näheren Untersuchung der Zirkonmineralien ergab sich, daß diese fast immer, ebenso wie die früher daraus gewonnenen Zirkonpräparate, etwa 1—6% Hafnium enthalten. Dem Hafnium kommt der Größenordnung nach ungefähr die gleiche Häufigkeit in der Erdrinde zu wie dem Nickel, nämlich etwa 0,0012%. Bei der großen chemischen Ähnlichkeit des Hafniums mit dem Zirkon war die Trennung der beiden Elemente recht schwierig; wie sie durchgeführt wurde, wird in der kleinen Schrift dargestellt. Dann werden unter Beifügung zahlreicher Literaturangaben die physikalischen Eigenschaften, vor allem sehr ausführlich das optische Spektrum, die Methoden der quantitativen Bestimmung und die etwaigen technischen Verwendungsmöglichkeiten behandelt. Das Schrift-

chen gewährt einen interessanten Einblick in die heutigen Forschungsmethoden der Physik und Chemie und rückt die glückliche Verbindung von moderner Theorie und verfeinerter Experimentierkunst in das hellste Licht. *Dm.*

Gesammelte Abhandlungen. Von Prof. Dr. F. Kehrmann, Lausanne. Band IV: Untersuchungen über Beziehungen zwischen Konstitution und Farbe von Kohlenstoffverbindungen. Leipzig 1926, Verlag von Georg Thieme. Preis RM 24.—.

Das Buch enthält in chronologischer Aufeinanderfolge eine vollständige Zusammenstellung der zahlreichen Abhandlungen theoretischen Inhalts und der Meßergebnisse, die Kehrmann, Sandoz und ihre Mitarbeiter seit 1890 über Konstitution und Farbe veröffentlicht haben. Die Untersuchungen erstrecken sich auf die Prüfung der Formen der Absorptionsspektren und die Feststellung gesetzmäßiger Veränderungen der Farbe bei Änderung der chemischen Struktur, besonders der Azo-, der Triphenylmethanfarbstoffe und der organischen Oniumsalze unter möglichster Berücksichtigung der Chinontheorie. Unter Zugrundelegung dieser Theorie werden für die Farbsalze Formelbilder gegeben, die der Erklärung zahlreicher Eigenschaften dieser Salze Rechnung tragen.

Die untersuchten Farbstoffe wurden in die verschiedensten Lösungsmittel gebracht, die Lösungen mit Hilfe des Spektrographen photographiert, die Absorptionskurven aufgezeichnet und die Maxima ermittelt. Die Messungen beziehen sich sowohl auf den sichtbaren als auch ultravioletten Teil des Spektrums.

Die aus der ungesättigten Natur verschiedener Chromophore gefolgerte Existenz einer oder mehrerer Salzreihen wird durch spektralanalytische Messungen bestätigt. Die Untersuchung des Zusammenhanges der Salzbildung basischer organischer Substanzen und der Farbänderung ergab folgende Regeln:

I. Die Addition von Säuren an ungesättigte Gruppen bewirkt Farbvertiefung, wenn der ungesättigte Zustand bestehen bleibt.

II. Wenn die Salzbildung von keiner Änderung im Sättigungszustand begleitet ist, tritt auch keine Farbänderung auf, gleichgültig, ob die Gruppen an sich gesättigt oder ungesättigt sind.

Die Übertragung der Wernerschen Theorie z. B. auf die chinoiden Azoniumsalze ohne Änderung der chinoiden Atomgruppierung des Azoniumkomplexes führte zuerst zu der Annahme, daß die Haftstellen an dem Azoniumstickstoff sich befinden, später zu dem Ergebnis, daß diese Annahme entbehrlich ist. Von dieser Änderung bleibt aber die Beibehaltung der chinoiden Formeln zur Erklärung der Farbigkeit unberührt.

Wer ohne zeitraubendes Suchen über das Absorptionsspektrum eines Farbstoffes sich unterrichten, über Fragen des Zusammenhanges von Farbe und Struktur Auskunft haben will, greife zu diesem Buch: er wird die zerstreut in der chemischen Literatur sich findenden Arbeiten und Anschauungen der Verfasser — auch Ansichten anderer Forscher — über Konstitution und Farbe unter Angabe weiterer Literaturhinweise in diesem wertvollen Werk zur bequemsten Benutzung zusammengestellt finden.
H. S., Frkft. a. M.

Chemiker-Kalender 1927. Begründet von R. Biedermann, weitergeführt von W. A. Roth, herausgegeben von J. Koppel. Berlin 1927, Julius Springer. 54 und 709 und 592 Seiten, geb. RM 18.—.

Der erste Band ist seit 1926 fast ungeändert geblieben. Im zweiten Band ist die Tabelle der Eigenschaften anorganischer Stoffe völlig neu bearbeitet und die Benennung der Verbindungen einheitlich nach den Vorschlägen von 1925 durchgeführt. Mehrere andere Abschnitte haben wesentliche Ergänzungen erfahren. Von den Änderungen im dritten Band ist besonders die vollständige Umgestaltung des Abschnittes über den Aufbau der Materie und der Kristalle zu nennen. Auch der Abschnitt über Radioaktivität und die Tabelle der Mineralien sind ergänzt worden. Neu aufgenommen sind die Emissionsspektralanalyse und Fluoreszenzanalyse. Dafür wurden einige ältere Tabellen weggelassen oder stark gekürzt. So wird der altbewährte Kalender auch im 48. Jahrgang seinen alten Freunden willkommen sein und neue Freunde finden. *W. Vn.*

Aus Werkstätten.

Die Firma **Paul Gebhardt Söhne**, „Physikalische Werkstätten“ Berlin N 54, Neue Schönhauserstraße 6, hat für die Demonstration des Dieselmotors ein Schnittmodell hergestellt, das in sehr übersichtlicher Weise die Funktionen dieser Maschine für den Unterricht zeigt. Das Modell (Fig. 1), auf einem Holzsockel aufgebaut, ist sonst in allen Teilen aus Metall ausgeführt. Die Schnittflächen sind farbig gekennzeichnet. Es zeigt die vier Arbeitstakte von der Einführung des Betriebsstoffes bis zum Auspuff sehr anschaulich.

Die Inbetriebsetzung des Motors erfolgt durch Anlassen mittels Druckluft in der oberen Totpunktstellung des Kolbens, bis nach einigen Umdrehungen die Maschine die für die regelrechte Zündung nötige Geschwindigkeit besitzt und in geregelten Gang kommt. Der Vorgang bei dem im Viertakt arbeitenden Diesel-Motor ist folgender:

Fig. 2. Das Einlaßventil öffnet sich, und der Kolben saugt beim Niedergehen Frischluft in den Zylinder ein. Der erste Takt ist beendet, und das Einlaßventil 1 schließt sich.

Fig. 3. Beim zweiten Takt wird die eingesaugte Luft durch den Rückgang des Kolbens stark verdichtet und hierdurch hoch erhitzt. Die Brennstoffpumpe drückt die für jeden Arbeitshub benötigte Menge Brennstoff in das Brennstoffventil 2. Dieses wird geöffnet; der Brennstoff wird mit Hilfe von Preßluft zerstäubt,

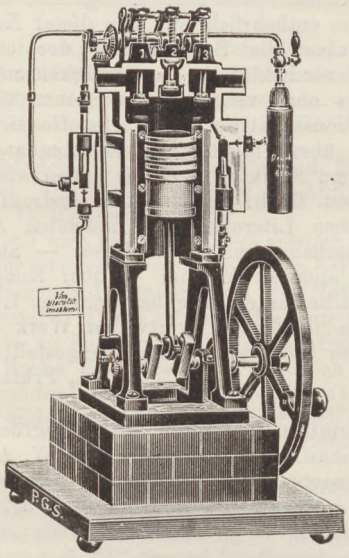


Fig. 1.

allmählich in den Zylinder hineingedrückt und verbrennt in der heißen Luft.

Fig. 4. Durch die hierbei bedingte große Ausdehnung der Verbrennungsgase wird der Kolben mit mächtiger Kraft nach unten gedrängt (Arbeitshub = 3. Takt).

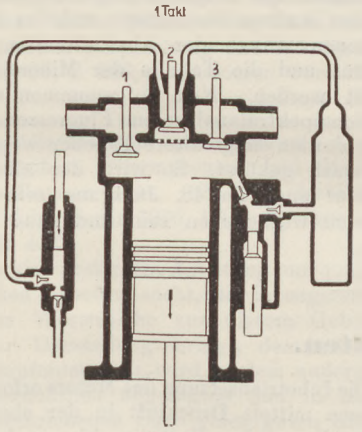


Fig. 2.

Fig. 5. Das durch den Arbeitsgang in Rotation versetzte Schwungrad treibt jetzt den Kolben in die Höhe; das Auslaßventil 3 öffnet sich, und die Verbrennungsrückstände werden aus dem Zylinder ausgestoßen (4. Takt).

Sämtliche Ventile werden durch Nockenwellen zwangsläufig gesteuert und durch Federn selbsttätig geschlossen. Die Übersetzung der Steuerwelle ist so gewählt, daß sie halb so viel Umdrehungen macht als die Kurbelwelle. Der Zylinder wird vom Kühlwasser umspült. Die Luft zum Zerstäuben des Brennstoffes liefert die Luftpumpe. Sie entnimmt die Luft mit unge-

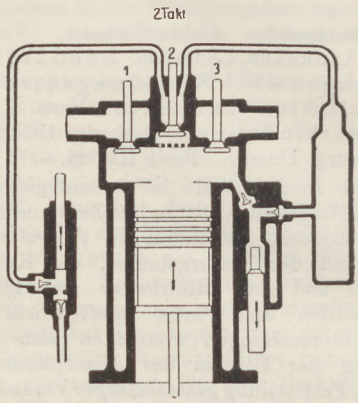


Fig. 3.

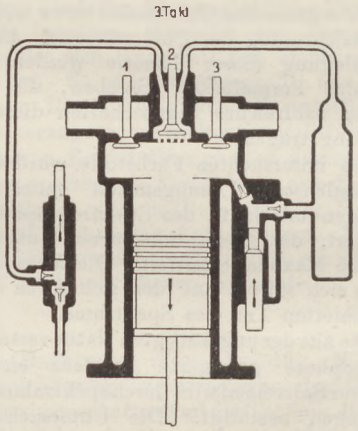


Fig. 4.

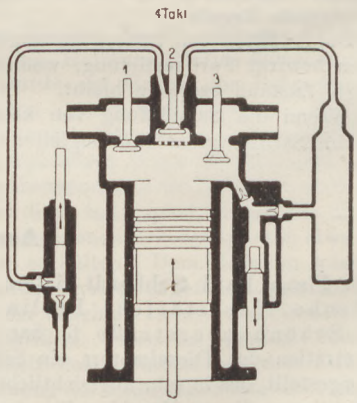


Fig. 5.

fähr 10 Atm. Spannung dem Arbeitszylinder, preßt sie auf etwa 60 Atm. zusammen und drückt sie in dieser Spannung nach dem Brennstoffventil, wo sie den bereits vorhandenen durch die Brennstoffpumpe dorthin gedrückten Brennstoff

mitreißt und in den Zylinder einführt, in dem ein geringer Druck von etwa 35 Atm. vorhanden ist. Die Luftpumpe liefert aber nicht nur die Einblaseluft von hoher Spannung, sondern sie erzeugt auch noch die zum Anlassen des Motors nötige Druckluft, welche sich in dem Anlaßgefäß ansammelt.

Das Modell wird allen Lehranstalten ein willkommenes Anschauungsobjekt sein, da es bei schöner Ausführung äußerst preiswert ist.

Korrespondenz.

Ferienkursus in Biologie, Gesundheitspflege und Chemie an der Universität Göttingen.

Vom 2. bis 15. Juli dieses Jahres wird an der Göttinger Universität ein Ferienkursus für Biologen und Chemiker abgehalten, der auf 12 Arbeitstage berechnet ist.

Für die Vorträge des biologischen Teiles des Kursus sind 20 Stunden angesetzt. Prof. KÜHN und Prof. v. WETTSTEIN tragen über Vererbungslehre vor, und Prof. WITSCHI aus Basel behandelt die Neugestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Die Beziehungen der Biologie zu Mathematik, Physik und Chemie kommen in den folgenden Vorträgen zum Ausdruck: Geh. Reg.-R. Prof. WIECHERT, Gauß und die Naturwissenschaften. — Prof. BERNSTEIN, Einführung in die Mathematik des Biologen und Erblichkeitsforschers. — Dr. LEWY, Mathematische Behandlung besonderer biologischer Probleme. — Prof. POHL, Lichtelektrische Photometrie und ihre Anwendung in Physik, Astronomie und Biologie. — Dr. KÜSTNER, Die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen vom physikalischen Standpunkte aus. — Prof. RIPPEL, 1. Die modernen Vorstellungen über die Physiologie des Zuckerabbaues. 2. Die biologische Stickstoffbindung. 3. Haus- und volkswirtschaftliche Grundsätze der Sterilisation. — Dr. HOMANN, Die Optik der Kleintierlebewelt.

Ein zweiter Teil des Kursus beschäftigt sich in 15 Stunden mit der Gesundheitspflege. Es werden sprechen: Ministerialdirektor Dr. KROHNE aus Berlin über Gesundheitspflege und Schule. — Prof. BAUER über Rassenhygiene. — Prof. EHRENBERG über Hormone. — Prof. HEUBNER über Irrwege der Heilmittelbehandlung. — Geh. R. Prof. REICHENBACH über 1. Heizung und Ventilation von Schulgebäuden, 2. die Biologie der Krankheitserreger.

In seinem dritten Teile verwendet der Kursus 16 Stunden auf Fragen, die zur Gestaltung des Chemieunterrichts Beziehung haben. Folgende Vorträge sind geplant: Prof. COEHN, Die Elektrolyse des Wassers; eine Einführung in die Elektrochemie. — Prof. HÜCKEL, 1. Chemieunterricht in der Schule. 2. Die Ausbildung des Studienrats an der Universität bzw. Hochschule in der Chemie. 3. Gegenwartsfragen der organischen Chemie. — Prof. KÖTZ, 1. Cellulose-Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Kunstseide. 2. Technische Anwendungen der Katalyse 3. Kohleveredlung. — Geh. Reg.-R. Prof. TAMMANN, Metallkunde. — Prof. ZSIGMONDY, Kolloidchemie.

Zur Teilnahme an dem Ferienkurs ist eine Einschreibegebühr von RM 5.— einzuzahlen für Prof. TROMMSDORFF auf Postscheckkonto Hannover Nr. 60922. Meldeschluß: 25. Juni 1927. Anmeldungen und Anfragen erledigt die Geschäftsstelle des Arbeitsausschusses der Staatlichen Ferienkurse, Göttingen, Am weißen Stein 21.

Eduard Götting †. Am 19. Dezember 1926 ist E. GÖTTING einem Herzschlage erlegen. Der Tod ereilte ihn am Schreibtisch, während er mit der Durchsicht von Korrekturbogen beschäftigt war.

Am 7. Februar 1860 in Eschwege geboren, besuchte er die höhere Schule seiner Vaterstadt und in Hersfeld, um dann in Göttingen und Berlin zu studieren. 1884 begann er seine Unterrichtstätigkeit am Gymnasium in Göttingen als Probandus; 1887 wurde er dort ordentlicher Lehrer. 40 Jahre lang hat er dieser Anstalt mit außergewöhnlichem Erfolge gedient.

Literarisch ist GÖTTING nicht so hervorgetreten, wie es bei seinem reichen Wissen und gediegenen Urteil erwünscht gewesen wäre. Geschwätzige Vielschreiberei war ihm zuwider. Seine Dissertation (1887) über eine Gruppe nicht algebraischer Minimalflächen kennzeichnet ihn als Schüler von H. A. SCHWARZ. Für unsere Zeitschrift hat er neben einigen Abhandlungen (**9**, 235, 1896; **24**, 29, 1911) eine Reihe von Lehrbuchbesprechungen geliefert. 1906 gab er den Leitfaden, 1907 das Lehrbuch der Physik von HEUSI heraus. Zusammen mit BEHRENDSEN verfaßte GÖTTING das bekannte Lehrbuch der Mathematik nach modernen Grundsätzen, Unterstufe 1908 und Oberstufe 1912.

GÖTTINGS Bedeutung beruht darauf, daß er zu den ersten Schulmännern gehört, die das KLEINsche Reformwerk im Unterricht praktisch erprobten und weiter ausgestalteten. Auch um den physikalischen Arbeitsunterricht hat er sich Verdienste erworben. Die von ihm geschaffene Unterrichtssammlung für Physik war insofern einzigartig, als sie unter Benutzung bescheidenster Mittel durch seine eigene Kunst im Basteln zu einem persönlichen Werk wurde, dessen volle Ausnutzung allerdings nur seiner Meisterhand gelang. *H. Trommsdorf.*

Zu dem Aufsatz von H. ZEITLER, Neue Versuche mit Thermit, **40**, 16; 1927, wird uns mitgeteilt, daß die Bezugsquelle für die Mox-Briketts nicht mehr die Mox-Gesellschaft m. b. H. in Berlin ist, sondern die Deutsche Mox-Brenner G. m. b. H., Berlin W. 9, Potsdamer Straße 1, Fernsprecher: Kurfürst 4391.

Himmelserscheinungen im Juli und August 1927.

W. Z.: Welt-Zeit = Bürgerlich. Zeit Greenwich. 0^h W. Z. = Mitternacht bürgerl. Zeit Greenwich. Stundenzählung von 0^h bis 24^h. M. E. Z. = Bürgerl. Zeit Stargard = W. Z. + 1^h.

W. Z. 0^h		Juli 5	10	15	20	25	30	August 4	9	14	19	24	29	Sept. 3
☿	AR	$8^h\,16^m$	8.13	8.3	7.49	7.37	7.32	7.36	7.53	8.19	8.54	9.32	10.11	10.48
	D	$+17{,}5°$	+16,4	+15,9	+16,1	+16,8	+17,8	+18,9	+19,6	+19,5	+18,4	+16,2	+13,1	+9,5
♀	AR	$10^h\,0^m$	10.17	10.33	10.47	11.0	11.11	11.20	11.27	11.31	11.32	11.30	11.24	11.16
	D	$+13{,}3°$	+11,3	+9,2	+7,1	+5,1	+3,1	+1,2	−0,5	−2,0	−3,2	−4,1	−4,4	−4,2
☉	AR	6^h52^m	7.13	7.33	7.53	8.13	8.33	8.52	9.12	9.30	9.49	10.8	10.26	10.44
	D	$+22{,}9°$	+22,4	+21,7	+20,9	+19,9	+18,8	+17,6	+16,2	+14,8	+13,2	+11,5	+9,8	+8,0
♂	AR	$9^h\,21^m$	9.33	9.45	9.57	10.9	10.21	10.33	10.45	10.56	11.8	11.20	11.32	11.43
	D	$+16{,}8°$	+15,8	+14,8	+13,7	+12,6	+11,4	+10,3	+9,3	+7,8	+6,6	+5,3	+4,0	+2,7
♃	AR	$0^h\,13^m$		0.15		0.15		0.15		0.13		0.10		0.6
	D	$-0{,}0°$		+0,1		+0,1		−0,0		−0,3		−0,6		−1,1
♄	AR	$16^h\,1^m$				15.58				15.57				16.0
	D	$-18{,}6°$				−18,5				−18,6				−18,8

Δ = **Sternzeit für 0^h Welt-Zeit**; für östl. bzw. westl. Länge λ^0 v. Greenwich: $\mp\ \lambda \cdot 0.657^s$.

Zeitgl. = Mittl. Z. − Wahre Z.

Δ	18^h	19.	19.	19.	20.	20.	20.	21.	21.	21.	22.	22.	22.
	$47^m\,58^s$	7.41	27.24	47.7	6.49	26.32	46.15	5.58	25.41	45.23	5.6	24.49	44.32
Zeitgl.	$+4^m9^s$	+4.59	+5.38	+6.6	+6.20	+6.20	+6.4	+5.34	+4.49	+3.49	+2.38	+1.16	−0.15

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☉-Randes. M. E. Z.

☉ Aufg.	$3^h\,44^m$	3.49	3.54	4.1	4.8	4.15	4.23	4.31	4.39	4.48	4.56	5.4	5.13
Unterg.	$20^h\,24^m$	20.21	20.16	20.11	20.4	19.56	19.47	19.38	19.29	19.18	19.7	18.56	18.45

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☾-Randes. M. E. Z.

☾ Aufg.	$10^h\,20^m$	16.4	21.10	23.9	0.44	5.41	11.27	17.15	20.36	22.17	1.8	7.0	12.42
Unterg.	$23^h\,44^m$	0.47	4.8	10.58	17.42	21.15	22.34	0.7	5.47	12.54	18.20	20.10	21 34

Mondphasen W. Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
	Juli 28. $17^h\,36{,}4^m$	Juli 7. $0^h\,52{,}5^m$	Juli 14. $19^h\,22{,}5^m$	Juli 21. $14^h\,43{,}4^m$
	Aug. 27. $6^h\,45{,}5^m$	Aug. 5. $18^h\,5{,}0^m$	Aug. 13. $4^h\,37{,}3^m$	Aug. 19. $19^h\,54{,}5^m$

Verfinsterungen der Jupitertrabanten I, II, III, IV. E: Eintritt, A: Austritt. W. Z.

I	II	III	IV
Juli 9. $23^h\,26{,}1^m$ E	Aug. 1. $23^h\,27{,}7^m$ E	Juli 10. $21^h\,52{,}1^m$ A	Aug. 4. $21^h\,20{,}5^m$ A	Aug. 29. $22^h\,13{,}1^m$ E
„ 17. $1^h\,20{,}4^m$ E	„ 9. $1^h\,32{,}2^m$ E	„ 17. $21^h\,45{,}5^m$ E	„ 11. $22^h\,19{,}8^m$ E	„ 30. $0^h\,50{,}6^m$ A
„ 25. $21^h\,43{,}3^m$ E	„ 10. $20^h\,0{,}8^m$ E	„ 25. $0^h\,19{,}9^m$ E	„ 12. $1^h\,20{,}5^m$ A	
	„ 17. $21^h\,55{,}4^m$ E	Aug. 18. $21^h\,21.0^m$ E	„ 19. $2^h\,21{,}2^m$ E	
	„ 24. $23^h\,50{,}1^m$ E	„ 25. $23^h\,55{,}9^m$ E		
	Sept. 1. $1^h\,44{,}8^m$ E	Sept. 2. $2^h\,30{,}9^m$ E		

Tägliches Erscheinen und Verschwinden der Planeten. Breite von Berlin. Länge von Stargard.

M. E. Z.	☿	♀	♂	♃	♄
Juli 5.	(21,1h)	D_a 20,8h U 22,5h	D_a 21,5h U 22,2h	A 23,3h D_m 2,7h	D_a 21,5h U 1,5h
„ 15.	—	D_a 20,7h U 22,0h	D_a 21,4h U 21,7h	A 22,7h D_m 2,9h	D_a 21,4h U 0,9h
„ 25.	—	D_a 20.6h U 21,4h	(21,2h)	A 22,0h D_m 3,1h	D_a 21,2h U 0,2h
Aug. 4.	A 3,0h D_m 3,6h	D_a 20,2h U 20,7h	—	A 21,4h D_m 3,4h	D_a 20,9h U 23,5h
„ 14.	A 3,1h D_m 3,8h	(20,0h)	—	A 20,7h D_m 3,6h	D_a 20,6h U 22,8h
„ 24.	(4,1h)	—	—	A 20,1h D_m 3,9h	D_a 20,2h U 22,1h
Sept. 3.	—	—	—	D_a 19,8h D_m 4,2h	D_a 19,9h U 21,5h

A = Aufgang; U = Untergang; D_a und D_m = Erscheinen bzw. Verschwinden in der Dämmerung.

W. Z. **Venus** in gr. östl. Elongation 45° 27′ Juli 2. 21^h. **Saturn** in Konjunktion mit dem **Mond** Juli 10. 23^h. **Jupiter** stationär Juli 25. 5^h. **Venus** im größten Glanz Aug. 5. 15^h. **Saturn** stationär Aug. 6. 7^h. **Merkur** in gr. westl. Elongation 19° 5′ Aug. 8. 12^h. *A. Weill.*

Für die Redaktion verantwortlich: Ministerialrat Professor Dr. K. Metzner, Berlin W. 8.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin W. — Druck der Univ.-Druckerei H. Stürtz A.G., Würzburg.